

**DAS VERHALTEN VON KÖRPERTEMPERATUR UND
TEMPERATUREMPFINDEN DES MENSCHEN
WÄHREND EINES LANGFRISTIGEN
KLIMAKAMMERAUFENTHALTES BEI
WECHSELNDER LUFTFEUCHTE**

Rainer Paeschke

1973



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DEM INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND
KLIMATOLOGIE DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Vorstand: Prof. Dr. med. J. Lissner

DAS VERHALTEN VON KÖRPERTEMPERATUR UND TEMPERATUR-
EMPFINDEN DES MENSCHEN WÄHREND EINES LANGFRISTIGEN
KLIMAKAMMERAUFENTHALTES BEI WECHSELNDER LUFTFEUCHTE

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Rainer Paeschke
aus Tegernsee

1973

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

Berichterstatter:	Dipl. Phys. K. Dirnagl
	Prof. Dr. med. H. Drexel
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. med. J. Lissner
Dekan:	Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 26. Juni 1973



1. EINLEITUNG	1
2. LITERATURVERZEICHNIS	2
3. MATERIAL UND METHODIK	3
3.1. Die Testpersonen	3
3.2. Die Aufgaben des Versuchs	3
3.3. Die Versuchsanordnung	3
3.4. Die Versuchsdauer	3
3.5. Die Versuchsausrüstung	3
3.6. Die Versuchsaufstellung	3
3.7. Die Versuchsaufnahme	3
3.8. Die Versuchsaufwertung	3
3.9. Die Versuchsaufwertung	3
3.10. Die Versuchsaufwertung	3
3.11. Die Versuchsaufwertung	3
3.12. Die Versuchsaufwertung	3
3.13. Die Versuchsaufwertung	3
3.14. Die Versuchsaufwertung	3
3.15. Die Versuchsaufwertung	3
3.16. Die Versuchsaufwertung	3
3.17. Die Versuchsaufwertung	3
3.18. Die Versuchsaufwertung	3
3.19. Die Versuchsaufwertung	3
3.20. Die Versuchsaufwertung	3
3.21. Die Versuchsaufwertung	3
3.22. Die Versuchsaufwertung	3
3.23. Die Versuchsaufwertung	3
3.24. Die Versuchsaufwertung	3
3.25. Die Versuchsaufwertung	3
3.26. Die Versuchsaufwertung	3
3.27. Die Versuchsaufwertung	3
3.28. Die Versuchsaufwertung	3
3.29. Die Versuchsaufwertung	3
3.30. Die Versuchsaufwertung	3
3.31. Die Versuchsaufwertung	3
3.32. Die Versuchsaufwertung	3
3.33. Die Versuchsaufwertung	3
3.34. Die Versuchsaufwertung	3
3.35. Die Versuchsaufwertung	3
3.36. Die Versuchsaufwertung	3
3.37. Die Versuchsaufwertung	3
3.38. Die Versuchsaufwertung	3
3.39. Die Versuchsaufwertung	3
3.40. Die Versuchsaufwertung	3
3.41. Die Versuchsaufwertung	3
3.42. Die Versuchsaufwertung	3
3.43. Die Versuchsaufwertung	3
3.44. Die Versuchsaufwertung	3
3.45. Die Versuchsaufwertung	3
3.46. Die Versuchsaufwertung	3
3.47. Die Versuchsaufwertung	3
3.48. Die Versuchsaufwertung	3
3.49. Die Versuchsaufwertung	3
3.50. Die Versuchsaufwertung	3
3.51. Die Versuchsaufwertung	3
3.52. Die Versuchsaufwertung	3
3.53. Die Versuchsaufwertung	3
3.54. Die Versuchsaufwertung	3
3.55. Die Versuchsaufwertung	3
3.56. Die Versuchsaufwertung	3
3.57. Die Versuchsaufwertung	3
3.58. Die Versuchsaufwertung	3
3.59. Die Versuchsaufwertung	3
3.60. Die Versuchsaufwertung	3
3.61. Die Versuchsaufwertung	3
3.62. Die Versuchsaufwertung	3
3.63. Die Versuchsaufwertung	3
3.64. Die Versuchsaufwertung	3
3.65. Die Versuchsaufwertung	3
3.66. Die Versuchsaufwertung	3
3.67. Die Versuchsaufwertung	3
3.68. Die Versuchsaufwertung	3
3.69. Die Versuchsaufwertung	3
3.70. Die Versuchsaufwertung	3
3.71. Die Versuchsaufwertung	3
3.72. Die Versuchsaufwertung	3
3.73. Die Versuchsaufwertung	3
3.74. Die Versuchsaufwertung	3
3.75. Die Versuchsaufwertung	3
3.76. Die Versuchsaufwertung	3
3.77. Die Versuchsaufwertung	3
3.78. Die Versuchsaufwertung	3
3.79. Die Versuchsaufwertung	3
3.80. Die Versuchsaufwertung	3
3.81. Die Versuchsaufwertung	3
3.82. Die Versuchsaufwertung	3
3.83. Die Versuchsaufwertung	3
3.84. Die Versuchsaufwertung	3
3.85. Die Versuchsaufwertung	3
3.86. Die Versuchsaufwertung	3
3.87. Die Versuchsaufwertung	3
3.88. Die Versuchsaufwertung	3
3.89. Die Versuchsaufwertung	3
3.90. Die Versuchsaufwertung	3
3.91. Die Versuchsaufwertung	3
3.92. Die Versuchsaufwertung	3
3.93. Die Versuchsaufwertung	3
3.94. Die Versuchsaufwertung	3
3.95. Die Versuchsaufwertung	3
3.96. Die Versuchsaufwertung	3
3.97. Die Versuchsaufwertung	3
3.98. Die Versuchsaufwertung	3
3.99. Die Versuchsaufwertung	3
3.100. Die Versuchsaufwertung	3

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG UND ALLGEMEINE PROBLEM- STELLUNG	1
2. LITERATURHINWEIS	2
3. MATERIAL UND METHODIK	3
3.1.1. Der Bioklimaraum	3
3.1.2. Bemerkungen zum Versuchsablauf	3
3.1.3. Klimatische Bedingungen während des Versuches	4
3.2. Versuchsbeschreibung	7
3.2.1. Fußtemperatur	7
3.2.2. Sublingual-, Stirn-, Wangen- und Handtemperatur	7
3.2.3. Rektaltemperatur	8
3.2.4. Subjektives Temperaturempfinden	9
3.3. Auswertung der Meßdaten	9
4. ERGEBNISSE	11
Abbildungen und Tabellen zu den Ergebnissen	
4.1. Großzehentemperatur rechts	29
4.2. Großzehentemperatur links	31
4.3. Fußrückentemperatur rechts	32
4.4. Handrückentemperatur links	34
4.5. Rektaltemperatur	37
4.6. Sublingualtemperatur	39
4.7. Stirntemperatur	41
4.8. Wangentemperatur	43
4.9. Subjektives Temperaturempfinden	45

5. DISKUSSION	47
5.1. Diskussion der Extremitätentemperaturen	47
5.1.1. Zehentemperaturen	47
5.1.2. Temperatur des Fußrücken	52
5.1.3. Temperatur des Handrückens	53
5.2. Diskussion der Rektaltemperatur	54
5.3. Diskussion der Kopftemperaturen	56
5.4. Diskussion des Subjektiven Temperaturempfindens	57
5.5. Rhythmik der Körpertemperaturen	58
5.5.1. Tagesgang	59
5.5.2. Periodengang	61
5.6. Versuchskritik	65
6. ZUSAMMENFASSUNG	67
7. ANHANG: Kurvenmaterial sämtlicher Meßgrößen	69
8. LITERATURVERZEICHNIS	79

1. EINLEITUNG UND ALLGEMEINE PROBLEMSTELLUNG

Der Begriff "Wetter" ist für eine große Zahl der Menschen nicht nur mit der gewöhnlichen Vorstellung von Regen oder Sonnenschein verknüpft, sondern gewinnt für sie vielfach eine erhebliche Bedeutung in bezug auf ihr physisches und psychisches Wohlbefinden. So entstand, aus einem echten Bedürfnis heraus, in der Medizinmetereologie ein neuer wissenschaftlicher Zweig, der sich eingehend mit der Beziehung zwischen den beiden komplexen Systemen "Wetter" und "Mensch" befaßt.

Bei unzureichenden technischen Möglichkeiten für eine experimentelle Simulation von Wetterabläufen, stand bisher meist die Betrachtung des natürlichen Wettergeschehens in seiner Wirkung auf den menschlichen Organismus im Vordergrund (UNGEHEUER u. a.). Dies erbrachte zwar statistisch fundierte, jedoch mehr qualitative als kausale Erkenntnisse. Entsprechend den Voraussetzungen, wie sie z. B. in der Klimakammer des Institutes für Medizinische Balneologie und Klimatologie der Universität München gegeben sind, besteht heute die Möglichkeit, in Langzeitversuchen einzelne einfache Wetterelemente, wie Temperatur und Feuchte, unabhängig voneinander in ihrer Wirkung auf den Menschen zu prüfen und so einen Einblick in die kausalen Zusammenhänge zu gewinnen.

Im Rahmen der Arbeiten von Herrn Dipl. -Phys. Karl Dirnagl und Herrn Prof. Dr. med. Heinrich Drexel war mir die Aufgabe gestellt, den Einfluß wechselnder Raumfeuchte auf verschiedene thermophysiologische Meßgrößen während eines 30tägigen Klimakammeraufenthaltes an drei männlichen Versuchspersonen zu untersuchen. Die Meßgrößen waren im einzelnen:

- Rektaltemperatur
- Sublingualtemperatur
- Stirntemperatur

- Wangentemperatur
- Handrückentemperatur links
- Großzehentemperatur links und rechts
- Fußrückentemperatur rechts
- Subjektives Temperaturempfinden

2. LITERATURHINWEIS

1972 erschienen aus dem Institut für Medizinische Balneologie und Klimatologie in München unter den Namen HOHLBACH und KÖLSCH zwei Dissertationen, die sich mit den Ergebnissen des 1. Klimakammerversuches an diesem Institut beschäftigen und deren Thematik auch den Einfluß der Luftfeuchte auf den menschlichen Körper beinhaltet. Beide Arbeiten enthalten zu diesem Problem eine ausführliche Literaturübersicht. Da im Verlaufe eines Jahres keine neuen Literaturquellen erschlossen werden konnten und neue Ergebnisse nicht bekannt waren, hätte sich der Verfasser mehr oder weniger auf eine Wiederholung der erwähnten Literaturübersichten beschränken müssen. Es wurde deshalb mit Hinweis auf die oben genannten Arbeiten auf einen eigenen Literaturteil verzichtet. Selbstverständlich werden in der Diskussion der Ergebnisse die dafür grundlegenden Literaturstellen erwähnt.

3. MATERIAL UND METHODIK

3.1.1. Der Bioklimaraum

Der Klimaraum hat eine Grundfläche von 3,30 x 4,50 m, mit einer zusätzlichen Abstelldecke und einem separaten Wasch- und Toilettenraum. Er ist von außen nur durch eine Schleuse zugänglich. Da der Klimaraum als Faraday'scher Käfig mit einer Gitterweite von 3 cm gebaut ist, werden elektromagnetische Strahlungen mit einem Wellenbereich von etwa 30 - 1000 m abgeschirmt. Tagsüber wurde der Raum durch drei blinde Fenster, hinter denen stufenlos regulierbare Xenondampflampenstrahler eingelassen waren, erhellt. Nach Feierabend wurde auf gewöhnliche Zimmerbeleuchtung umgeschaltet. Die Einrichtung des Klimaraumes war den Erfordernissen eines Arbeits-, Wohn- und Schlafrumes bestmöglich angepaßt. Zur abendlichen Entspannung standen den Versuchspersonen u. a. ein Radio- und Fernsehgerät zur Verfügung. Weitere Kontakte zur Außenwelt waren durch Wechselsprechanlage, Telefon und Zeitungen gegeben.

3.1.2. Bemerkungen zum Versuchsablauf

Der Versuch wurde vom 25. Februar bis zum 26. März 1971 durchgeführt. Versuchspersonen (abgekürzt: Vpn.) waren drei gesunde, männliche Medizinstudenten im Alter von 25 - 29 Jahren und von unterschiedlicher körperlicher Konstitution. Sie wurden in ihrer meßtechnischen Tätigkeit und der Koordination des Versuches von zwei weiteren Medizinstudenten aktiv unterstützt, die sich aber nur gelegentlich im Klimaraum aufhielten.

In mehrwöchiger Vorbereitungszeit war ein genauer Zeitplan ausgearbeitet worden, der es erlaubte, innerhalb von 90 min. jede der Vpn zwanzig verschiedenen Aufgaben und Messungen zu unterziehen.

Deren Reihenfolge war für jede Vp, bei einer zeitlichen Versetzung um je 10 min., die gleiche. Um den Meßfehler möglichst gering zu halten, wurden entsprechende Messungen immer von derselben Person vorgenommen. Pro Tag wurden fünf derartige Meßdurchgänge, im weiteren nur mehr kurz "Turn" genannt, durchgeführt. Um für jeden Turn annähernd gleiche Voraussetzungen zu schaffen, ging jeweils eine Mahlzeit mit anschließender Ruhepause voraus. Der Tagesplan sah demnach folgendermaßen aus:

6.30 Uhr	Wecken, anschließend Frühstück
7.30 - 9.00 Uhr	1. Turn
9.00 - 10.00 Uhr	Brotzeit
10.00 - 11.30 Uhr	2. Turn
11.30 - 13.00 Uhr	Mittagspause
13.00 - 14.30 Uhr	3. Turn
14.30 - 15.30 Uhr	Kaffeepause
15.30 - 17.00 Uhr	4. Turn
17.00 - 18.30 Uhr	Abendessen
18.30 - 20.00 Uhr	5. Turn
20.00 - 22.30 Uhr	Freie Beschäftigung, Bettruhe

Essen und Trinken unterlagen mit Ausnahme von Stoffen, welche die Urinalanalysen verfälschen konnten, keiner Beschränkung und erwiesen sich im Laufe der Zeit als wichtige "seelische Stützen" für die Vpn. Alle Vpn waren Nichtraucher.

Ihre Kleidung bestand während der gesamten Versuchszeit aus kurzarmigem Hemd, langer Hose und Sandalen ohne Socken.

3.1.3. Klimatische Bedingungen während des Versuches

Der Versuch erstreckte sich insgesamt über 30 Tage. Dabei waren die Tage 1 - 5 zur Eingewöhnung gedacht und die Vpn konnten sich in dieser Zeit innerhalb des Institutes frei bewegen. Unter gleichen Vor-

aussetzungen verlief auch die Ausgewöhnungsphase vom 28. - 30. Tag. In der übrigen Zeit unterlagen die Vpn jedoch einer strengen Klausur.

In der Klimakammer können Luftfeuchte, Lufttemperatur, Lichtintensität und Strahlungswärme der Wände stufenlos und unabhängig voneinander reguliert werden.

Die Luftfeuchte stellte in unserem Versuch das zu prüfende meteorologische Element dar und wurde dementsprechend in einem Bereich von 6 - 16 Torr Dampfdruck variiert, ohne daß die Vpn davon vorher Kenntnis hatten.

Während der Klausur hatte die Raumfeuchte folgenden Verlauf (s. Abb. 1):

6. - 8. Tag:	"Phase mittlerer Feuchte", ca. 9,4 Torr entsprechend 48 % rel. Feuchte bezogen auf 22 ⁰ C.
9. - 11. Tag:	"1. Trockenperiode" ca. 6,0 Torr (30,5 % r. F.)
12. - 13. Tag:	"1. Feuchtephase" ca. 12,6 Torr (64 % r. F.)
14. - 18. (12 Uhr) Tag:	"2. Trockenperiode" ca. 6,2 Torr (31,5 % r. F.)
18. (12.00 h) - 20. (12.00 h) Tag:	"2. Feuchtephase" ca. 16 Torr (83,5 % r. F.)
20. (12.00 h) - 23. (9.00 h) Tag:	"Phase stark wechselnder Feuchte" zwischen 6,7 und 14 Torr (34,0 - 70 % r. F.)
23. (9.00 h) - 27. Tag:	"3. Trockenperiode" ca. 7,6 Torr (38,5 % r. F.)

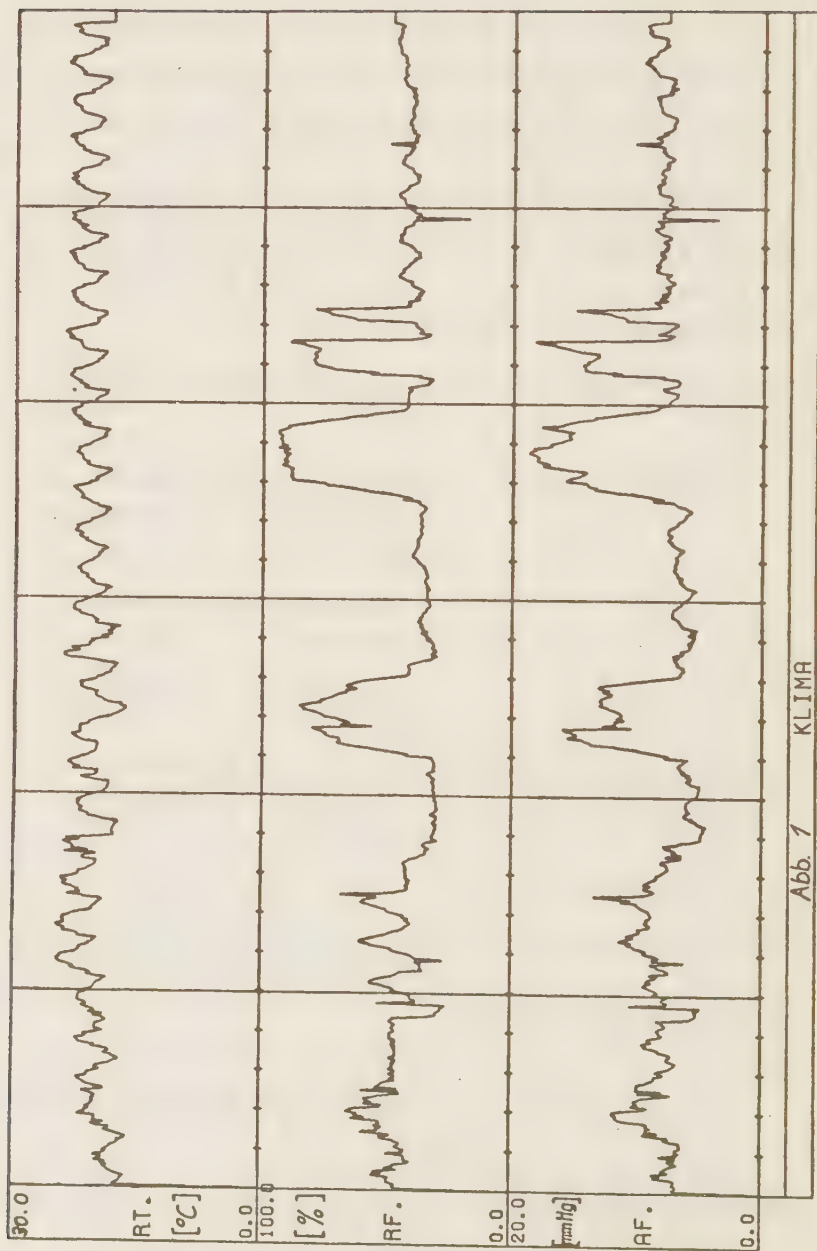


Abb. 1 KLIMA

Alle diese Feuchteschwankungen können auch im natürlichen Wettergeschehen beobachtet werden.

Die Raumtemperatur wies insgesamt nur geringe Änderungen auf und bewegte sich in einem Bereich von $20,5 \pm 1^{\circ} \text{C}$. Sie hatte einen gleichmäßigen Gang mit tagsüber steigender und nachts fallender Tendenz. Die mittlere Tagesschwankung betrug $2,0^{\circ} \text{C}$. Die Luftdruckschwankungen entsprachen denen der Außenwelt. Es herrschte Windstille.

Die Beleuchtung erfolgte von 6.00 - 20.00 Uhr durch Xenondampflampenstrahler mit einer unveränderten Intensität von 4000 Lux in Fensternähe (entsprechend einem normalen Sonnentag).

3.2.1. Versuchsbeschreibung - Ablauf der Meßgröße FUSSTEMPERATUR

Die Temperaturen an Zehe und Fußrücken wurden mit Konstantan-Manganin-Thermoelementen gemessen und nach Vergleich mit einem Genelement (Thermostat mit konstant 34°C) durch einen Zwölffachschreiber aufgezeichnet. Die Temperaturfühler wurden während des Versuches dreimal geeicht und verhielten sich im Bereich von $14 - 30^{\circ} \text{C}$ proportional. Für jede Meßstelle wurde immer derselbe Fühler verwendet. Gemessen wurde an den Ballen der rechten und linken Großzehe und am lateralen rechten Fußrücken. Die Meßstellen waren deutlich gekennzeichnet und blieben über die Dauer des Versuches unverändert. Es wurde darauf geachtet, daß die Temperaturfühler nicht über sichtbaren Blutgefäßen lagen.

3.2.2. Versuchsbeschreibung der Meßgrößen SUBLINGUAL-, STIRN-, WANGEN- und HANDTEMPERATUR

Die Sublingualtemperatur wurde mit einem speziell gefertigten Thermoelement-Fühler von ca. 6 cm Länge und 3 mm Durchmesser abgenommen.

Stirn-, Wangen- und Handtemperatur wurde mit gleichartigen Konstantan-Manganin-Thermoelementen gemessen wie die Fußtemperaturen. Alle diese Fühler waren an das Meßgerät "Thermorapid" der Firma MEDEOR, Hamburg angeschlossen und die Temperaturwerte wurden über eine optische Anzeige von den Vpn selbst abgelesen.

Zur Messung der Sublingualtemperatur wurde der Meßfühler so weit als möglich, unter der Zunge auf das Frenulum Linguae zu, nach hinten geschoben und dann durch festen Mundschluß arretiert. Die Stirntemperatur wurde in der Medianlinie etwa 3 cm über der Nasenwurzel, die Wangentemperatur fingerbreit unter der Mitte des Jochbogens und die Handtemperatur am lateralen, linken Handrücken gemessen. Diese Meßpunkte waren so gelegt, daß sie nicht über sichtbaren Blutgefäßen lagen und blieben für die Dauer des Versuches unverändert.

Die Temperaturfühler wurden in der Reihenfolge Stirn, Wange, Hand und Mundhöhle angelegt. Nach genau einer Minute wurden die Temperaturwerte am Meßgerät in eben dieser Reihenfolge abgelesen und in eine Datenmappe eingetragen.

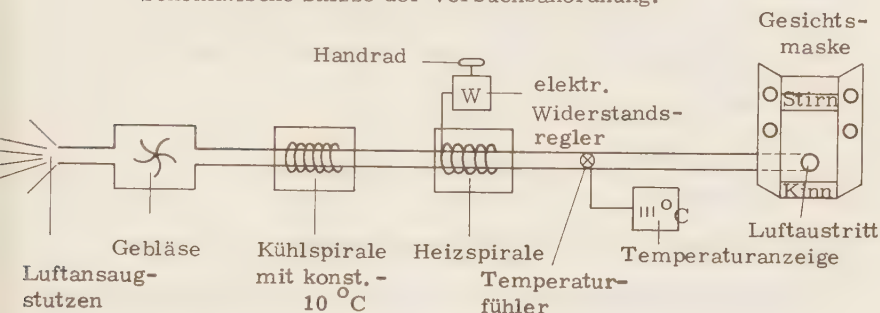
3.2.3. Versuchsbeschreibung der Meßgröße REKTALTEMPERATUR

Die Rektaltemperatur wurde mit flexiblen Temperaturfühlern gemessen, deren Meßkopf aus einem in Plastik eingeschmolzenen Platinwiderstandselement besteht. Die Temperaturwerte wurden nach dem gleichen Prinzip wie die Fußtemperaturen auf dem Zwölfpunktschreiber aufgezeichnet.

Die Meßkapsel wurde von den Vpn jeweils ca. 10 cm tief in das Rektum eingeführt. Tagsüber wurde die Temperatur in jedem Turn während der Ruhephase des Shellong-Versuches über 3 min. im Liegen gemessen, nachts im Schlaf wurde der Fühler ständig getragen. Dabei wurde für jede Vpn pro Minute ein Wert registriert. Von diesen kamen allerdings nur die Werte der vollen Stunden von 23.00 - 6.00 Uhr zur Auswertung.

3.2.4. Versuchsbeschreibung der Meßgröße SUBJEKTIVES TEMPERATUREMPFINDEN

Schematische Skizze der Versuchsanordnung:



Vor Beginn des Versuches wurde die ausströmende Luft auf eine Temperatur von 20° C eingestellt. Anschließend drückte die stehende Vp mit der rechten Hand die Maske an das Gesicht und erwärmte durch Drehung des Widerstandsreglers mit der linken Hand, die zuströmende Luft so lange, bis diese subjektiv die angenehmste Temperatur erreicht hatte. Auf Kommando der Vp las ein Assistent die auf dem Anzeigegerät angegebene Lufttemperatur ab und protokollierte sie. Der gesamte Vorgang wurde von jeder Vp pro Turn dreimal hintereinander wiederholt. Kurve 190 gibt den Verlauf der Mittelwerte aus diesen drei Messungen wieder.

3.3. Auswertung der Meßdaten

Die über den Zwölfachpunkteschreiber registrierten Temperaturverläufe wurden unter Zugrundelegung der entsprechenden Eichkurven in absolute Werte umgerechnet und auf Listen und Lochkarten dokumentiert.

Alle protokollierten Temperaturwerte wurden dann nach einem speziell ausgearbeiteten Computerprogramm ausgewertet und graphisch dar-

gestellt.

Die Auswertung dieser Temperaturkurven (Abb. Seite 70 bis 78) wurde nach folgenden Gesichtspunkten vorgenommen:

- Trend
- Amplitude
- Tagesmaximal- und-minimalwerte
- Tagesgang
- Rhythmik

An Hand dieser Kriterien wurde nun untersucht:

- a) Läßt sich eine Beziehung der einzelnen Variablen zur Raumfeuchte feststellen?
- b) Wieweit wird der Kurvenverlauf durch Faktoren beeinflusst, die keine Beziehung zur Raumfeuchte aufweisen, wie z. B. Training und psychische Belastung?

4. ERGEBNISSE

ABBILDUNG 2 - 11

Mittlere Tagesgänge von Raumtemperatur und relativer Raumfeuchte,
sowie der einzelnen Meßgrößen über 30 Versuchstage.

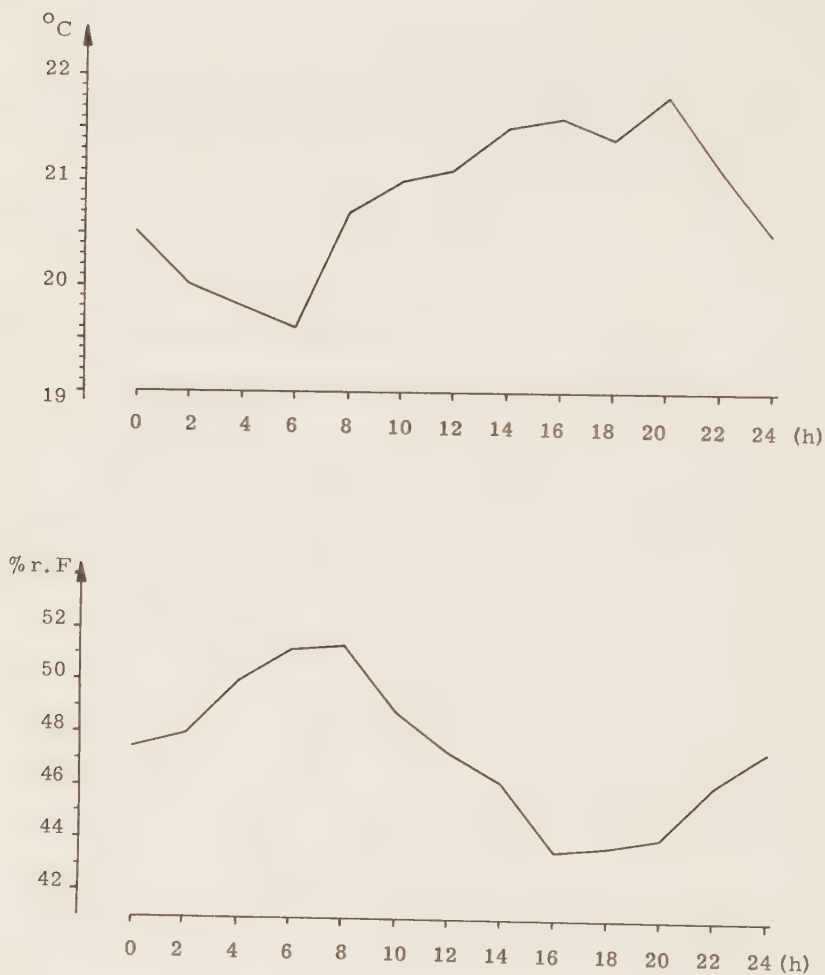


Abb. 2

Raumtemperatur und relative Luftfeuchte

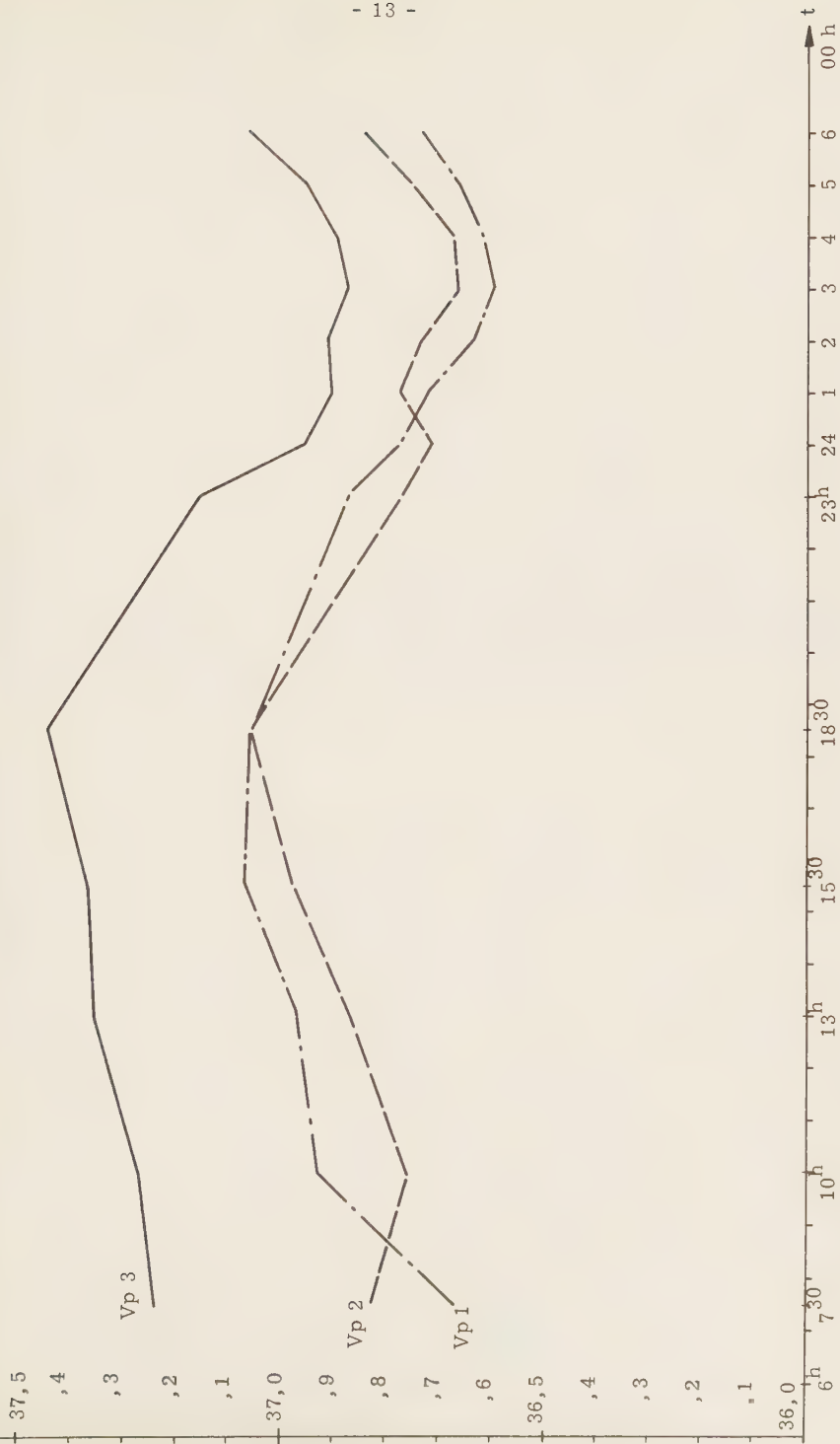
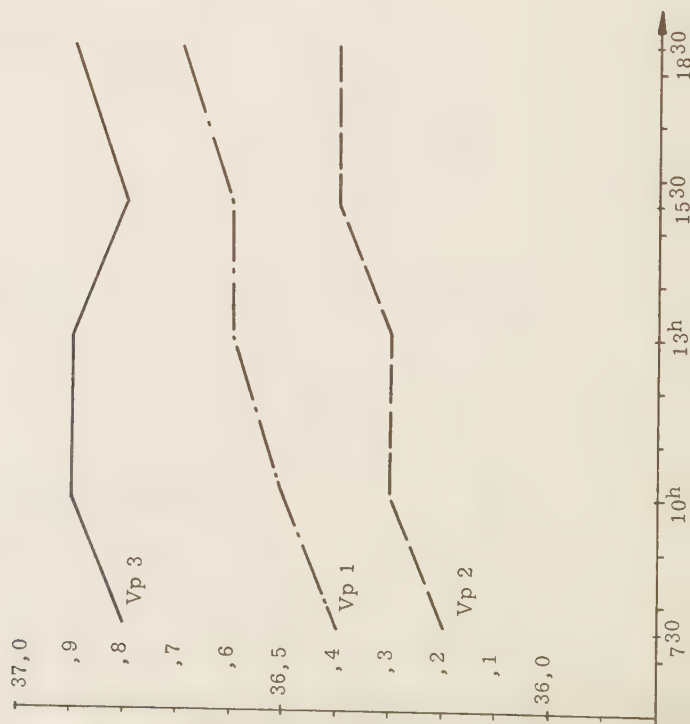
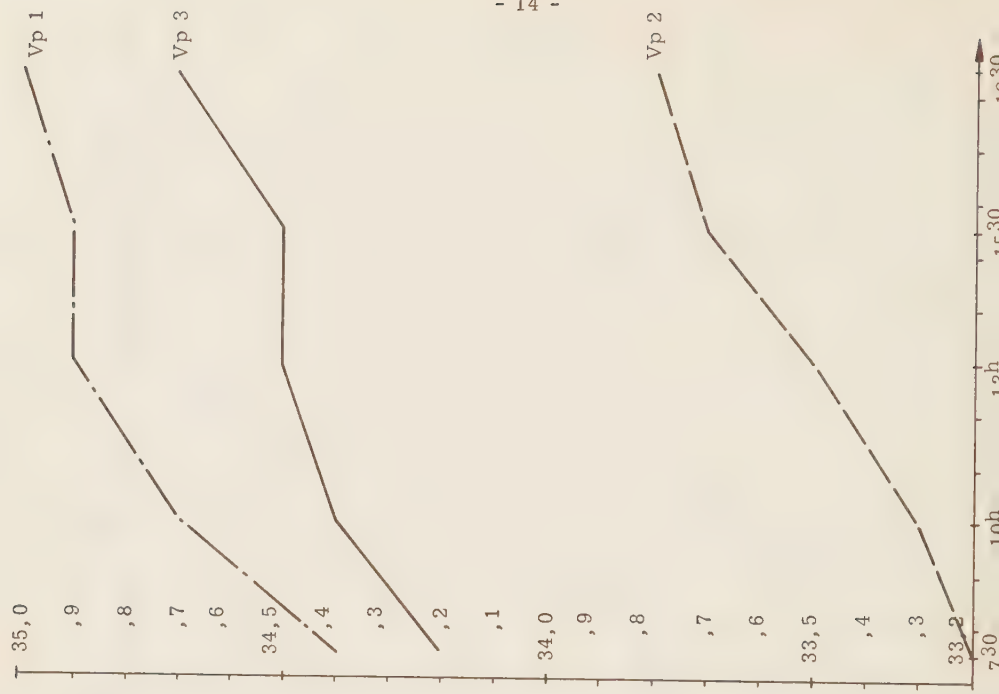


Abb. 3 Rektaltemperatur (110)



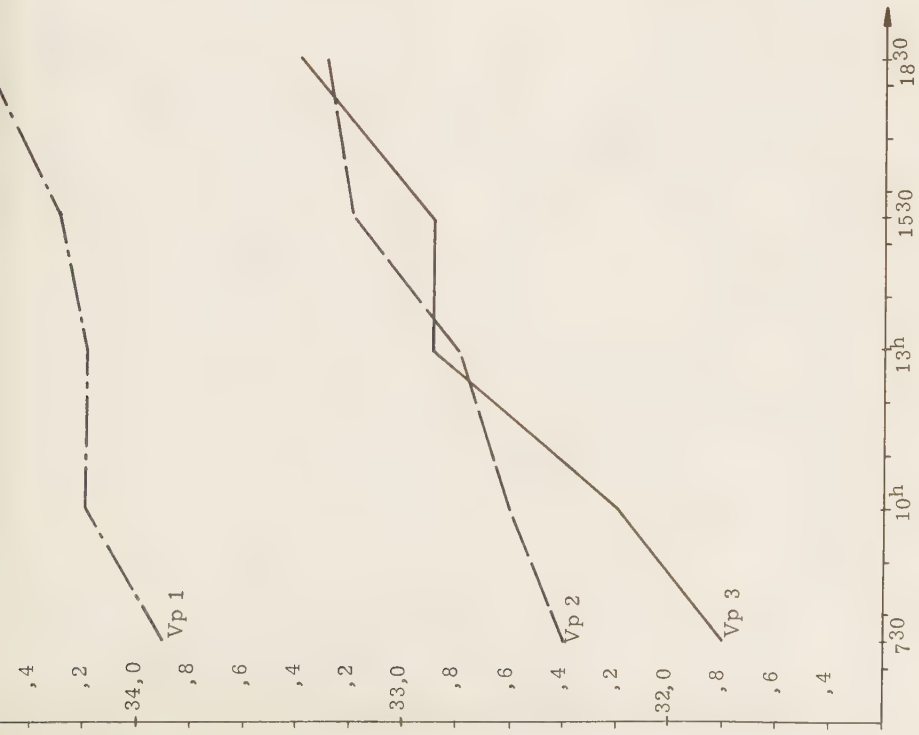


Abb. 6 Wangentemperatur (140)

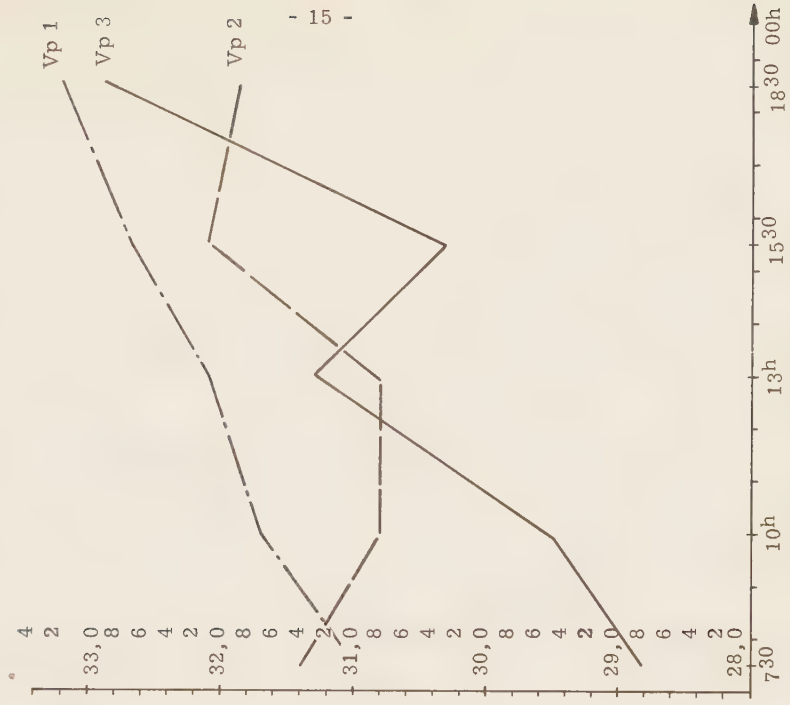


Abb. 7 Handrücktentratur links (150)

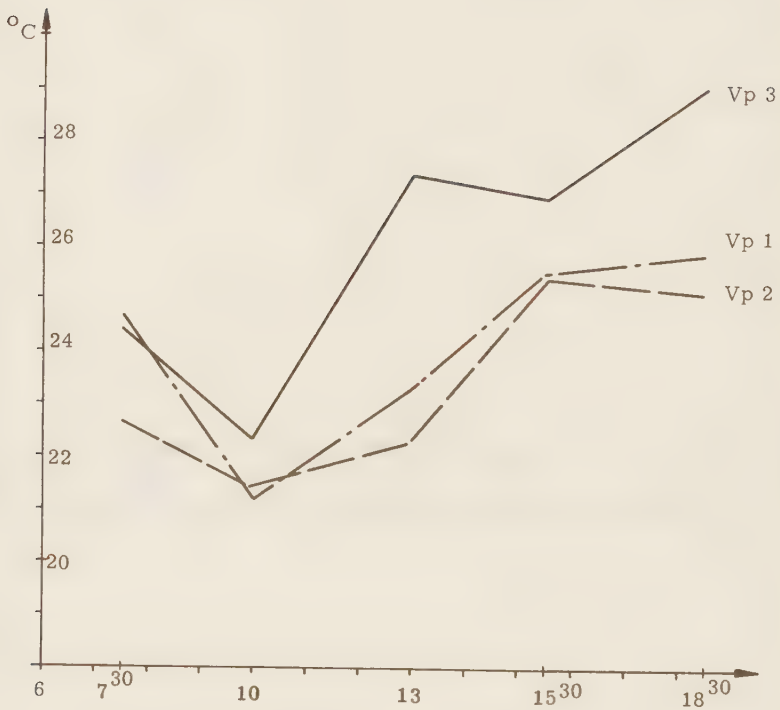


Abb. 8 Großzehentemperatur rechts (161)

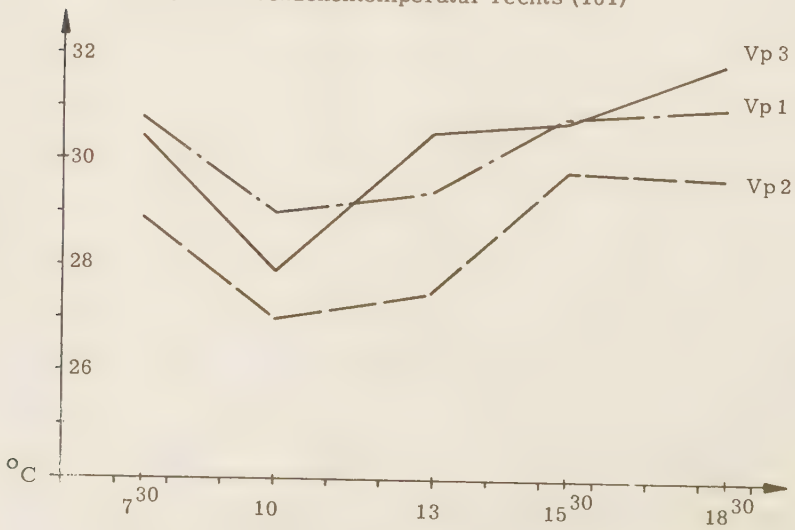


Abb. 10 Fußrückentemperatur rechts (171)

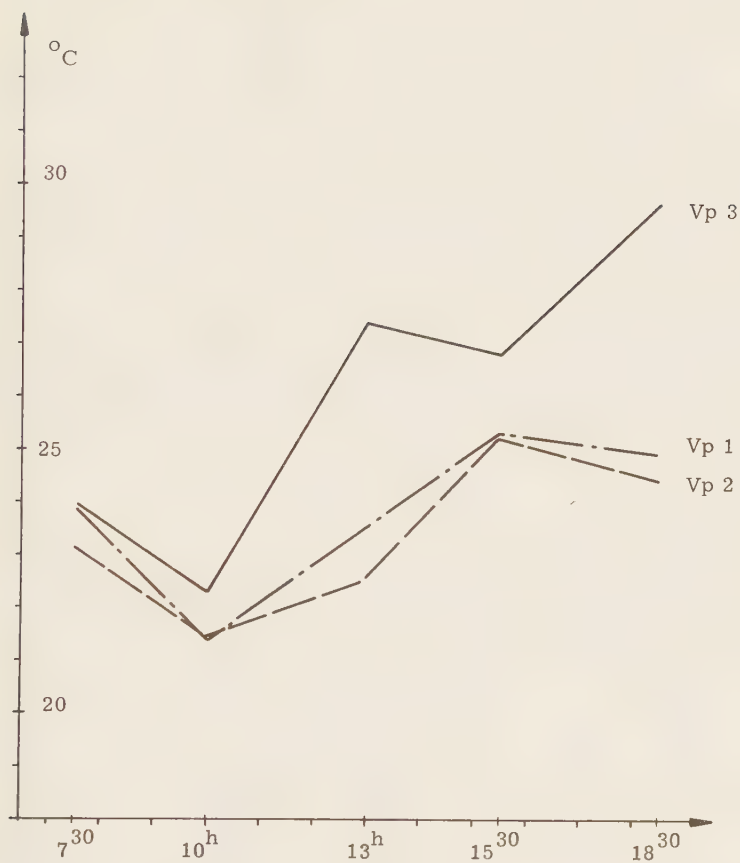
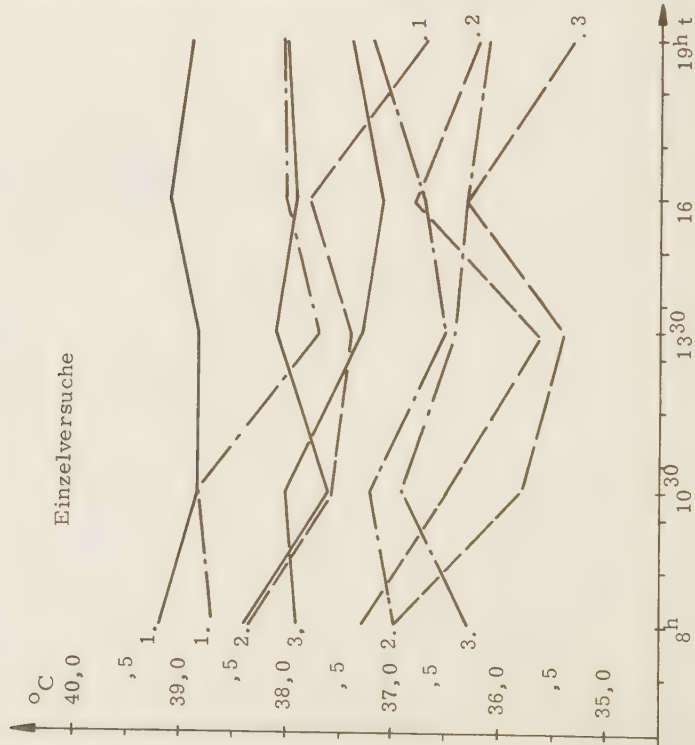


Abb. 9 Großzehentemperatur links (181)

Vp 1 — — — —
 Vp 2 — — — —
 Vp 3 — — — —



Mittelwerte der Einzelversuche



TABELLEN 1 - 9

agesmaxima und -minima der Meßgrößen 110 - 190, geordnet nach
rter tageszeitlichen Lage in den "Turns" 1 - 5. (Die Tage 1 - 5 und
0 wurden wegen fehlender Meßwerte nicht berücksichtigt.)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	4	5	1	2	1	2
7	4	3	5	1	3	2
8	4	1	5	3	4	2
9	4	1	4	2	4	1
10	5	1	5	1	5	1
11	5	1	5	4	4	123
12	4	1	45	1	3	2
13	4	1	1 4	2	1 3	5
14	34	1	4	2	5	2
15	5	1	5	2	5	3
16	3	2	4	2	1 4	2
17	4	1	4	3	45	2
18	5	1	4	1	5	4
19	3	1	3	1	3	4
20	5	1	4	3	5	3
21	5	1	5	2	5	4
22	45	1	3 5	1	4	2
23	3	12 4	1	45	5	3
14	5	1	5	1	3	4
25	23	1	3 5	2	3	5
26	4	1	4	2	5	3
27	3	2	5	2	1	2 4
28	4	3	5	1	4	1
29	5	1	3	5	5	2
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Táb. 1

Rektaltemperatur (110)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	3	1			3	5
7	3 5	12			2	5
8	4	1 3				
9	3	1			45	1
10	5	2			3 5	12
11	4	1			3	2 4
12	5	4			3	12
13	2 4	1			3	1 4
14	3	1	3	123	1 34	2 5
15	5	2 4	2345	1	2	5
16	4	1	45	1 3	1 3	5
17	4	2	4	1	3	5
18	5	1	345	12	4	123 5
19	345	1	45	1	5	1
20	5	1	4	123		
21	5	1	5	123	1	3
22	345	1	2	1	2	1 4
23	123 5	4	5	1	5	2 4
24	5	1	5	1	12	345
25	5	1	4	1	5	12
26	5	1	45	2	3	1
27	5	2 4	45	1	123	45
28	1 3 5	2 4	4	5	3	1 45
29	3	1 5	3	2 4	1	45
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tab. 2

Sublingualtemperatur (120)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	3 5	1	4	1	5	1
7	5	1	5	2	45	12
8	4	1	2 45	1	5	2
9	5	12	5	2	5	2
10	3 5	1	45	1	5	1
11	4	1	5	123	5	1
12	23	1	3	2	23	5
13	5	1	4	123	2 5	1
14	23	1	3	1	23	1
15	3 5	2	5	2	34	5
16	5	1	5	1	3	1
17	45	1	45	123	4	1
18	345	1	45	1	5	1
19	4	1	5	23	5	1
20	5	1	5	2	45	12
21	5	1	5	12	4	1
22	45	1	5	1	5	1
23	5	12	2	1	45	1
24	3	12 5	5	1	3 5	1
25	5	1	45	12	5	12
26	5	1	5	2	345	1
27	45	12	5	123	2345	1
28	3	1	45	1	3 5	1
29	4	2	45	12	2 5	1
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tab. 3

Stirntemperatur (130)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	5	1	4	1	5	1
7	5	1	4	12	5	1
8	5	1	5	1	4	1
9	5	12	45	2	5	1
10	5	1	3	1	3	1
11	5	3	5	3	4	1 3
12	2	1	2 4	5	3	1 5
13	5	1	4	2	5	1
14	2	1	3	1	3	1
15	5	2	5	1	45	2
16	5	1	45	1	5	1
17	5	1	4	1	5	1
18	5	1	5	1	3 5	1
19	2	1	4	1	5	1
20	5	12	45	1	5	1
21	5	1	5	2	3	1
22	5	1	5	2	5	1
23	5	3	4	1	5	1
24	5	1	5	1 3	3	1
25	5	1	5	1	4	1
26	34	1	5	1	5	1
27	5	2	5	1	3	2
28	2	1 45	4	1	5	1
29	45	12	4	1	2	1
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tab. 4

Wagentemperatur (140)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	45	2	5	2	5	1
7	5	2	5	23	5	1
8	4	1	1	3	5	2
9	5	2	1 4	2	5	2
10	5	1	4	3	5	1
11	4	3	4	3	5	1
12	5	2	1	3 5	5	4
13	4	1	4	12	5	2
14	3	1	3	2	5	1
15	5	2	5	3	5	1
16	5	1	5	3	3	1
17	5	1	45	2	5	1
18	3	1	1	2	5	1
19	5	2	5	2	5	1
20	5	1	1 4	3	5	1
21	5	1	5	2	5	1
22	5	1	5	2	5	2
23	5	12	5	1	5	12
24	3	1	2	4	3 5	4
25	5	1	4	1	5	1
26	4	1	4	2	5	2
27	3	1	5	1	5	1
28	5	2	4	2	5	1
29	5	1	3	1	5	4
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tab. 5

Handrückentemperatur links (150)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	4	2	5	2	5	2
7	4	2	1	2	3	2
8	3	2 5	4	2	5	2
9	5	2	4	2	3	2
10	5	2	5	2	3	12
11	1	3	1	3	5	3
12	4	5	4	3	1	2
13	1	3	5	2	5	2
14	4	2	4	12	5	1
15	4	2	4	2	5	2
16	1	2	4	2	5	2
17	5	1	5	2	5	2
18	4	2	4	2	5	2
19	5	2	4	2	4	2
20	5	2	5	2	5	2
21	5	3	5	3	5	2
22	5	4	1	2 4	5	2
23	1	2	4	2	5	2
24	4	2	5	2	5	2
25	5	2	4	2	3	2
26	3	2	4	2	5	2
27	5	2	4	2	3	2
28	4	2	5	2	5	2
29	5	1	3	2	5	2
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tab. 6

Großzehentemperatur rechts (161)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	4	2	5	3	45	2
7	4	3	1	3	3 5	2
8	1	2	4	3	1	2
9	1	4	1	5	3	2
10	1	4			3	2
11	1	3	1	3	1	3
12	1	5	1	3	1	2
13	5	3	1 4	2	5	2
14	4	5	4	3	5	1
15	5	2	4	3	5	2
16	1	2	5	2	5	2
17	5	3	5	23	5	2
18	4	2	4	2	5	2
19	5	3	4	2	5	2
20	5	3	5	3	5	2
21	5	3	5	3	5	2
22	1	4	1 5	2	5	2
23	1	3	4	2	4	2
24	4	2	4	3	5	2
25	5	2	1	2	3	2
26	34	5	1 4	2	4	23
27	1	2	45	2	4	2
28	4	3			4	3
29	5	2	5	3	3	2
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tab. 7

Fußrückentemperatur rechts (171)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	4	2	5	2	5	2
7	5	2	1	2	3	2
8	3	5	4	2	3	2
9	1	2	1	2	3	2
10	5	2	5	2	5	2
11	1	2	4	3	5	2
12	4	5	1 4	5	1 4	2
13	5	3	5	23	5	2
14	3	2	4	2	5	1
15	4	2	4	2	5	2
16	2	1	4	2	5	3
17	2	4	5	1	5	3
18	4	12	5	2	3	2
19	5	2	4	2	45	2
20	5	2	5	23	5	2
21	5	2	5	2	5	2
22	3	2 4	1	2	5	4
23	1	2	4	2	5	2
24	4	2	4	123	5	2
25	3	2	4	2	3	2
26	3	12	4	2	5	2
27	4	2	4	2	3 5	2
28	4	1	4	2	5	1
29	5	1	3	2	5	1
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tab. 8

Großzehentemperatur links (181)

	Vp 1		Vp 2		Vp 3	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1-5	.....	.....	.....	.....	.....	.....
6	5	2	45	2	1	3
7	2	4	3	4	3	1 4
8	2	3	5	3	1	3
9	1	3	2	5	1	5
10	4	2	1 4	2	2	5
11	2	5	1	3	4	5
12	2	3	1	5	4	2
13	5	3	1	5	2	3
14	1	3	1	2	1	2
15	4	3	1	34	4	3
16	2	5	4	3	1	2
17	1	2	4	1	1	2 5
18	5	1 3	4	5	2	5
19	5	4	12 4	5	5	1
20	2	1 3	4	2	4	5
21	2	5	4	5	5	3
22	5	3	1	5	2	5
23	1	3	3	2	4	3
24	4	3	5	3	4	1
25	2	1	1	5	2	1
26	2	4	3	2	3	5
27	3	1	1	3	3	4
28	4	5	12	5	45	23
29	1	4	5	2	5	2
30	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Tab. 9

Subjektives Temperaturempfinden (190)

4.1. Großzehentemperatur rechts

(Meßgr. Nr. 161, Abb. 8 S. 16 , Tab. 6 S. 25 , Kurve 161 S.75)

Vp 1: Über die gesamte Versuchsdauer gemittelt, beträgt der Tageshöchstwert $27,8^{\circ}\text{C}$ und der Tiefstwert $21,1^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tagesschwankung von $6,7^{\circ}\text{C}$.

Die Tagesminimalwerte steigen und fallen in zeitlicher Übereinstimmung mit der Raumfeuchte, verhalten sich jedoch nicht proportional zu ihr. Von Tag 16 ab liegen sie auf einem neuen, erhöhten Ausgangsniveau.

Die Tagesmaxima weisen stärkere Schwankungen auf als die Minima. Zu Beginn der Feuchtephasen (vergleichbar auch am 21. Turn 5) zeigen sie einen vorübergehenden Anstieg. In der Zeit vom 7. - 10. und 24. - 27. haben sie fallende, vom 14. - 18. (mit positiver Zacke am 15.) ansteigende Tendenz. Die Tage 22 und 23 in der Phase stark wechselnder Feuchte weisen auffallend tiefe Tagesmaxima auf. Die Amplitudengröße wird vor allem durch den Tagesmaximalwert bestimmt (s. dort).

Bei den, in ihrer tageszeitlichen Lage, sehr konstanten Minima (Tab. 6) weisen die Abweichungen an den Tagen 12, 13, 21 und 22 deutlich auf einen Zusammenhang mit den vorausgehenden Luftfeuchteschwankungen hin. Die anderen auffälligen Tage (11, 17, 29) lassen keine gemeinsame Beziehung erkennen.

Durch die frühe Lage des Maximums im 1. Turn fallen die Tage 11, 13, 16 und 23 besonders auf. Dabei stehen der 13. und 23. in unmittelbarer Beziehung zu einer Feuchteänderung, der 11. und 16. sind jeweils dritte Tage nach einem Feuchteabfall (auch der entsprechende Tag 26 weist ein vorgezogenes Maximum auf).

Vp 2: Bei einem durchschnittlichen Tagesmaximalwert von $26,2^{\circ}\text{C}$ und Minimalwert von 21°C beträgt die mittlere Tagesschwankung $5,2^{\circ}\text{C}$.

Das Kurvenbild von Vp 2 wird bei nur gering schwankenden Tages-tiefstwerten hauptsächlich vom Verlauf der Höchstwerte geprägt. Zu Beginn der drei Feuchtephasen sind Maximal- und Minimalwerte jeweils nur vorübergehend erhöht. Auch am 21. in Turn 5 steigt das Maximum und am 22. das Minimum übereinstimmend mit der Raumfeuchte an. Die feucht-trocken Übergänge sind dagegen uncharakteristisch. Erwähnenswert erscheinen die hohen Werte an den trockenen Tagen 11 und 15 (bei allgemein ansteigender Tendenz in der 2. Trockenperiode). Vom 7. - 11. und 22. - 27. zeigen die Tagesmaximalwerte auffallend tiefe Temperaturen, steigen aber dann in der Ausgewöhnungsphase sehr stark an.

Die Amplituden verhalten sich den Tageshöchstwerten entsprechend. Für die Abweichungen vom vorherrschenden Tagesgang mit Maximum im 4. und Minimum im 2. Turn scheinen wiederholt Feuchteänderungen verantwortlich zu sein. So stehen die auffälligen Tage 13, 20 - 22 und 24 bei den Maxima und 12, 14, 21 und 22 bei den Minima alle in enger zeitlicher Beziehung zu Schwankungen des Dampfdruckes. Es werden jedoch auch in Phasen unveränderter Feuchte Rhythmusabweichungen beobachtet, so an den Tagen 10, 11, 17 (11 und 17 jeweils dritte Tage nach einem Feuchteabfall!). Klausurbeginn und Ausgewöhnungsphase heben sich durch die tageszeitliche Lage der Maximalwerte deutlich von der übrigen Versuchszeit ab.

Vp 3: Der durchschnittliche Tagesmaximalwert beträgt 30°C und der Minimalwert $21,9^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tageschwankung von $8,1^{\circ}\text{C}$.

Die Tagestiefstwerte liegen an allen feuchten Tagen, mit Ausnahme am 13. und 23., deutlich über dem allgemeinen Niveau. In der Phase mittlerer Feuchte steigen sie dabei besonders stark an. Erhöhte Minima sind auch an den trockenen Tagen 16, 28 und 29 zu beobachten. Die Tageshöchstwerte lassen keine direkte Beziehung zur Raumfeuchte erkennen. In der Phase mittlerer Feuchte sind sie anfangs erhöht, steigen

in den anderen Feuchtephasen dagegen am Ende an. Vom 6. - 11. (mit positiver Zacke am 10.) und vom 24. - 26. haben die Maxima fallende, vom 14. - 18. (mit stark pos. Zacke am 15.) leicht ansteigende Tendenz,

Die Amplituden lassen keine Beziehung zur Raumfeuchte erkennen.

Tagesmaximal- und -minimalwerte werden sehr konstant im 5. bzw. im 2. Turn erreicht. Abweichungen von diesem Tagesgang werden mit Ausnahme am 11. nur kurz nach ausgeprägten Feuchteschwankungen (9, 10, 12, 14, 19, 25) und unmittelbar am Beginn und Ende der Klausur beobachtet.

4.2. Großzehentemperatur links

(Meßgr. Nr. 181, Abb. 9 S. 17 , Tab. 8 S. 27 , Kurve 181 S. 77)

Vp 1: Das Verhalten der Tageshöchst- und -tiefstwerte der Temperaturen an linker und rechter Zehe unterscheidet sich nicht wesentlich. Lediglich an den Tagen 11 und 13 liegen die Maxima der linken Zehe deutlich unter denen der rechten.

Die tageszeitliche Lage des Maximalwertes ist sehr unbeständig und daher in Hinblick auf eine Beziehung zur Raumfeuchte nur schwer zu beurteilen. In Feuchtephasen wird der Tageshöchstwert jedoch durchschnittlich später erreicht als in den Trockenperioden. Von den sieben Tagen an denen das Minimum nicht im 2. Turn erreicht wird, lassen drei (8, 12, 13) den Einfluß von Feuchteschwankungen vermuten. Die Abweichungen der Tage 28 und 29 scheinen durch die veränderten äußeren Umstände bedingt. In welchem Zusammenhang sich die Tage 16 und 17 derart auffällig verhalten kann nicht geklärt werden.

Vp 2: Der Verlauf von Tagesmaximal- und minimalwerten stimmt an linker und rechter Zehe genau überein.

Auch der Tagesgang entspricht im allgemeinen dem der rechten Zehe. Einen zusätzlichen Hinweis auf den Einfluß von Luftfeuchteschwankungen gibt die hier aufgetretene Rhythmusabweichung des Maximums nach dem Feuchteabfall am 9. Im übrigen erbringt die Betrachtung des Temperaturverlaufes an der linken Zehe keine neuen Aufschlüsse.

Vp 3: Für den Verlauf der Tagesmaximal- und -minimalwerte der Temperatur an der linken Zehe gelten in allen wesentlichen Punkten die Ergebnisse der rechten Zehe.

Wie an der rechten finden sich auch an der linken Großzehe mehrere Hinweise auf eine Beziehung zwischen Luftfeuchteänderungen und dem Tagesgang der Temperatur. So wird der Maximalwert nur an Tagen mit oder unmittelbar nach überdurchschnittlichen Feuchteschwankungen nicht im 5. Turn gemessen. Besonders auffällig erscheint die vom üblichen 2. Turn abweichende Lage des Minimums in der Zeit vom 14. zum 17. Hierbei könnte man dem Feuchteabfall am 13. ein störendes, dem Feuchteanstieg am 18. ein stabilisierendes Moment zusprechen. Ebenso auffällig verhalten sich nur noch Tag 22 in der Phase stark wechselnder Feuchte und die Tage der Ausgewöhnungsphase.

4. 3. Fußrückentemperatur rechts

(Meßgr. Nr. 171, Abb. 10 S. 16 , Tab. 7 S. 26 , Kurve 171 S. 76)

Vp 1: Der durchschnittliche Tageshöchstwert der Temperatur am Fußrücken von Vp 1 beträgt 32°C , der Tiefstwert $28,7^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tagesschwankung von $3,3^{\circ}\text{C}$.

Der Verlauf der Maxima und Minima entspricht im wesentlichen dem an der Zehe und bestätigt die dort erhobenen Ergebnisse. Deutliche

Unterschiede lassen sich nur an den Tagen 11 und 13 feststellen.

Es ergeben sich klare Anhaltspunkte für einen Einfluß starker Raumfeuchteänderungen auf den Tagesgang der Fußtemperatur. So wechselt das Maximum, nach konstanter Lage im 1. Turn (8 - 11) unmittelbar nach dem Feuchteanstieg am 12. in Turn 5 über. In der nun folgenden Phase fallen die Tage 14, nach Feuchteabfall, 18, mit ansteigender Feuchte und 16, dieser allerdings ohne erkennbare Beziehung zu einem Feuchteumschwung, durch Abweichungen auf. In der Periode stark wechselnder Feuchte kehrt das Maximum nochmals vorübergehend in Turn 1 zurück. Zu Beginn und Ende der Klausur wird das Maximum, abweichend von der übrigen Versuchszeit, im 4. Turn erreicht. Der Tages tiefstwert liegt meist im 2. oder 3. Turn. Die Tage an denen dies jedoch im 4. oder 5. Turn der Fall ist, folgen mit Ausnahme des 26. alle unmittelbar auf eine ausgeprägte Feuchteschwankung (9, 10, 12, 14). Die Übergänge des Minimalwertes von Turn 2 in 3 und umgekehrt, lassen sich zeitlich nicht genau festlegen und können daher nicht beurteilt werden.

Vp 2: Bei einer durchschnittlichen Tagesmaximaltemperatur von $30,5^{\circ}\text{C}$ und -minimaltemperatur von $26,7^{\circ}\text{C}$, beträgt die mittlere Tagesschwankung am Fußrücken $3,8^{\circ}\text{C}$.

Die Verläufe der Maximal- und Minimalwerte an Fußrücken und Zehe ähneln sich zwar, jedoch sind die Ergebnisse am Fußrücken nicht signifikant und es lassen sich besonders in der 1. und 2. Trockenperiode deutliche Unterschiede der Temperaturverläufe feststellen.

Die Versuchszeit läßt sich nach der unterschiedlichen tageszeitlichen Lage von Maxima und Minima in zwei Phasen unterteilen. Während Maximum und Minimum vor dem Feuchteanstieg am 12. Tag meist im 1. bzw. 3. Turn liegen, werden sie danach vorwiegend im 4. bzw. 2. Turn erreicht. Innerhalb dieser beiden großen Abschnitte fallen mit dem 8., 9., 15., 20., 21., 22. und 24. hauptsächlich Tage mit deutli-

cher Beziehung zu Feuchteschwankungen auf.

Beginn und Ende der Klausur machen sich in der Lage des Tagesmaximalwertes deutlich bemerkbar.

Vp 3: Das durchschnittliche Tagesmaximum der Temperatur am Fußrücken beträgt $32,2^{\circ}\text{C}$, das Minimum $28,3^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tagesschwankung von $3,9^{\circ}\text{C}$.

Die Tagesmaximalwerte stimmen in ihrem Verlauf, mit Ausnahme am 14., genau mit dem der Zehentemperatur überein. Die Tagesminimalwerte lassen dagegen hier keine Beziehung zur Raumfeuchte erkennen.

Bei Betrachtung der tageszeitlichen Lage des Maximums fällt vor allem auf, daß dieses nach dem Feuchteanstieg am 12. über längere Zeit sehr konstant im 5. Turn erreicht wird, während seine Lage an den vorangehenden Tagen häufig wechselte. Demnach könnte sich der starke Feuchteanstieg stabilisierend auf den Tagesgang ausgewirkt haben. Erst während und nach der Phase stark wechselnder Feuchte ändert das Maximum erneut seine Lage. Das Minimum wird nur an drei Tagen nicht im 2. Turn gemessen. Dabei geht einmal ein Feuchteabfall, das andere mal das Klausurende unmittelbar voraus.

4.4. Handrückentemperatur links

(Meßgr. Nr. 150, Abb. 7 S. 15 , Tab. 5 S. 24 , Kurve 150 S. 74)

Vp 1: Der durchschnittliche Tageshöchstwert der Handtemperatur von Vp 1 liegt bei $33,2^{\circ}\text{C}$, der Tiefstwert bei 31°C . Die mittlere Tagesschwankung beträgt $2,2^{\circ}\text{C}$.

Bei Betrachtung der Handtemperaturkurve von Vp 1 fallen vor allem die gegenüber den Tagesmaximalwerten bedeutend stärkeren Schwankungen der Minima auf. Diese zeigen vom 7. bis zum 14. Tag nahezu linear abfallende Tendenz, die nur am 12., bei ansteigendem Dampf-

druck deutlich unterbrochen wird. Ebenso wie am 12. lassen sich an den Tagen 19, 20, 22 und 23, in Übereinstimmung mit der erhöhten Raumfeuchte, ansteigende Minimalwerte beobachten. Bemerkenswert erscheinen auch die hohen Minima der trockenen Tage 15 und 27. Nach starkem Feuchteabfall steigen die Tagesmaximalwerte an den Tagen 9, 14 und 21 vorübergehend deutlich an. Die Tagesamplituden werden durch die Tiefstwerte bestimmt und verhalten sich wie diese.

Von den acht Tagen, an denen das Maximum nicht wie in allen anderen Fällen im 5. Turn erreicht wird, stehen fünf (8, 13, 14, 18, 24) in enger Beziehung zu Luftfeuchteschwankungen. Zwei weitere sind jeweils dritte Tage einer Trockenperiode. Auch die, in der Lage des Minimalwertes, auffälligen Tage liegen zumeist unmittelbar nach einer Feuchteänderung (9, 12, 15, 19, 23). Mit Ausnahme der oben erwähnten Versuchstage, die alle auf einen möglichen Einfluß von Luftfeuchteschwankungen auf den Tagesgang der Handtemperatur hinweisen, werden nur noch zu Beginn und Ende der Klausur Abweichungen vom allgemein vorherrschenden Tagesprofil beobachtet.

Vp 2: Vp 2 erreicht am Handrücken einen durchschnittlichen Tagesmaximalwert von $32,1^{\circ}\text{C}$ und Minimalwert von $30,8^{\circ}\text{C}$. Die mittlere Tagesschwankung beträgt $1,3^{\circ}\text{C}$.

Schon bei einer groben Übersicht fallen die Tage 7 und 8 mittlerer Feuchte durch ungewöhnlich hohe Temperaturen auf. Sie scheinen deshalb mit den Tagen der anderen Feuchtephasen nicht vergleichbar. Am 12., 19., 20. und 22., also bei erhöhter Raumfeuchte, liegt das Tagesminimum deutlich über dem allgemeinen Niveau. Allerdings trifft dies auch für die trockenen Tage 16 und 24 - 26 zu. In der Zeit vom 7. bis 11. haben die Minima stark abfallende Tendenz. Die Tagesmaximalwerte steigen übereinstimmend mit der Raumfeuchte an den Tagen 12, 19 und 21 vorübergehend an. Zu Beginn und Ende der Klausur lassen sich auffallend kleine Amplituden beobachten.

Im Tagesgang der Handtemperatur von Vp 2 machen sich Feuchteänderungen deutlich bemerkbar. So finden sich auffällige Lagewechsel des Maximalwertes, ausgenommen am Klausurende (27, 29), nur an Tagen mit oder unmittelbar nach ausgeprägten Feuchteschwankungen. Bemerkenswert erscheint vor allem noch der phasenartige Wechsel des Tageshöchstwertes zwischen 4. und 5. Turn, eingeleitet von den Tagen 9, 14 und 24, also wiederum mit klarer Beziehung zur Raumfeuchte. Geht man davon aus, daß der Tagestiefstwert normalerweise im 2. Turn erreicht wird, scheint vor allem den Feuchtestürzen am 9. und 14. ein störendes Moment zuzukommen. Von der Phase stark wechselnder Feuchte ab ist die Lage des Minimums auffallend wechselhaft.

Vp 3: Bei einem durchschnittlichen Tagesmaximalwert von $32,9^{\circ}\text{C}$ und Minimalwert von $28,8^{\circ}\text{C}$ beträgt die mittlere Tagesschwankung der Handtemperatur $4,1^{\circ}\text{C}$.

Die Tagesminima aller feuchten Tage, mit Ausnahme des 13. und 23. liegen deutlich über dem allgemeinen Niveau, welches vom 19. ab höher anzusetzen ist als in der vorhergehenden Zeit. Auch die trockenen Tage 16 und 17 weisen auffallend hohe Minima auf. Die Tagesmaximalwerte lassen keine signifikante Beziehung zur Raumfeuchte erkennen. Gegen Ende der Klausur haben sie klar fallende Tendenz. Die Tagesamplituden sind insgesamt uncharakteristisch.

Der Tagesmaximalwert liegt sehr konstant in Turn 5 und läßt dabei keine Beziehung zur Raumfeuchte erkennen. Bei den Minima dagegen fallen, mit Ausnahme des vorletzten Klausur- und letzten Versuchstages, nur direkt von Feuchteschwankungen betroffene oder kurz darauffolgende Tage (8, 9, 12, 13, 22, 23, 24) durch eine vom 1. Turn abweichende Lage des Wertes auf.

4.5. Rektaltemperatur

(Meßgr. Nr. 110, Abb. 3 S. 13 , Tab. 1 S. 20 , Kurve 110 S. 70)

Vp 1: Der durchschnittliche Tageshöchstwert der Rektaltemperatur von Vp 1 beträgt $37,05^{\circ}\text{C}$, der Tiefstwert $36,60^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tagesschwankung von $0,45^{\circ}\text{C}$.

Eine Korrelation zwischen den Kurven der Rektaltemperatur und der Raumfeuchte kann bei Vp 1 nicht festgestellt werden. Bemerkenswert erscheint der gleichmäßig ansteigende Trend der Maxima von Tag 7 bis 11. Auf Grund der geringen Amplituden fallen die Tage 7, 13, 22 und 23 besonders auf. Möglicherweise besteht dabei zumindest für die letzten drei ein Zusammenhang mit den vorangehenden Feuchteschwankungen. An den Tagen 22, 26 und 27 steigt die Temperatur nachts ausnahmsweise höher an als am Tage.

Auf Grund der tageszeitlichen Lage der Maxima läßt sich der Versuchszeitraum grob in zwei Abschnitte unterteilen. Bis einschließlich Tag 17 wird das Maximum meist im 4., danach überwiegend im 5. Turn gemessen. Der Übergang von einem Abschnitt zum anderen fällt also genau mit dem Feuchteumschwung am 18. zusammen. An den jeweils zweiten und dritten Tagen der drei Trockenperioden wird der Tageshöchstwert zu einem unüblichen Zeitpunkt erreicht. Weiterhin verhalten sich der feuchte labile 23. und die Tage 27 und 28 am Klausurende auffällig. Der Tagestiefstwert liegt sehr konstant im 1. Turn. Am 23. scheint sich ein Einfluß der Luftfeuchte auf die Lage des Minimums zu dokumentieren, Beginn und Ende der Klausur machen sich stark bemerkbar.

Vp 2: Der durchschnittliche Tageshöchstwert beträgt $37,05^{\circ}\text{C}$, der Tiefstwert $36,65^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tagesamplitude von $0,4^{\circ}\text{C}$. Die Kurve der Rektaltemperatur von Vp 2 bietet ein sehr bewegtes Bild und läßt nur schwer eine Beziehung zu Raumfeuchte erkennen. Zu Beginn der drei Feuchtephasen (6, 12, 18) sind

die Maxima auffallend tief und haben danach jeweils ansteigende Tendenz. Auch am feuchten Tag 22 fällt der Maximalwert deutlich ab. Die feucht-trocken Übergänge sind jedoch sehr uneinheitlich. Das ungewöhnliche Tagesprofil von Tag 23 und die minimale Amplitude am 24. scheinen mit der stark wechselnden Feuchte in Zusammenhang zu stehen. An den Tagen 12, 22 und 24 steigt die Temperatur nachts höher an als am Tage. Die Tagesminimalwerte sind zwischen 1. und 2. Feuchtephase auffallend hoch (13 - 19), lassen im übrigen aber keine Beziehung zur Raumfeuchte erkennen. Die Amplituden weisen keinen Zusammenhang mit der Luftfeuchte auf.

Nach der vorherrschenden tageszeitlichen Lage des Maximalwertes läßt sich die Versuchszeit für Vp 2 in drei Abschnitte unterteilen. Dabei liegt das Maximum vom 6. - 11. und vom 21. - 29. überwiegend im 5., vom 12. - 20. meist im 4. Turn. Die Übergänge von einem Abschnitt zum anderen treffen also zeitlich mit starken Feuchteschwankungen zusammen. Innerhalb dieser drei großen Abschnitte fallen wiederum Tage nach Feuchteänderungen (9, 15, 19, 23), aber auch der 6. und 26. am Beginn bzw. Ende der Klausur und der 29. in der Ausgewöhnungsphase besonders auf. Die tageszeitliche Lage des Minimums ist zu unbeständig, um eine Beziehung zur Raumfeuchte erkennen zu lassen.

Vp 3: Der durchschnittliche Tagesmaximalwert beträgt $37,45^{\circ}\text{C}$ und der Tiefstwert $36,90^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tages-schwankung von $0,55^{\circ}\text{C}$.

Tagesmaximal- und -minimalwerte korrelieren in ihrem Verlauf nicht mit der Raumfeuchte. Lediglich der auffallend hohe Maximalwert am 14. könnte in Zusammenhang mit dem vorangehenden Feuchteabfall stehen. Durch ihre tiefen Werte heben sich die beiden ersten Klausur-tage im Kurvenbild deutlich von den anderen Tagen ab. Am 23. und 26. wird nachts eine höhere Temperatur erreicht als am Tage. Ein Zusammenhang zwischen Raumfeuchte und Größe der Tagesamplitude kann nicht gefunden werden.

Im Gegensatz zu den anderen Meßgrößen ist der Tagesgang der Rektaltemperatur bei Vp 3 sehr wechselhaft, scheint aber von Schwankungen der Raumfeuchte beeinflusst. So wird der Tagesmaximalwert an den Tagen 7, 12, 13, 19 mit erhöhter Luftfeuchte und am 24. und 25. nach der Phase stark wechselnder Feuchte auffallend früh im 3. Turn erreicht. Ebenfalls durch sehr frühe Maxima heben sich der erste und letzte Klausurtag von den übrigen Versuchstagen ab. Bemerkenswert erscheinen außerdem noch die Tage 16 und 22. Die Tagesminima liegen bis zum 18. vorwiegend im 2. Turn. Ausnahmen werden nur nach abfallender Feuchte am 9., 10. und 15. und bei erhöhter Raumfeuchte am 13. beobachtet. Mit dem Anstieg des Dampfdruckes am 18. wird das Minimum deutlich auf einen späteren Zeitpunkt verschoben. An diese beiden, in sich weitgehend konstanten Abschnitte, schließt sich, beginnend mit der Phase stark wechselnder Feuchte, ein dritter Abschnitt an, der durch einen nahezu gleichmäßigen Lagewechsel des Minimums (erst in Richtung Turn 5, dann entgegengesetzt) gekennzeichnet ist.

4.6. Sublingualtemperatur

(Meßgr. Nr. 120, Abb. 4 S. 14 , Tab. 2 S. 21 , Kurve 120 S. 71)

Vp 1: Im durchschnittlichen Tagesgang erreicht Vp 1 einen Maximalwert von $36,7^{\circ}\text{C}$ und Minimalwert von $36,4^{\circ}\text{C}$. Die mittlere Tagesschwankung beträgt demnach $0,3^{\circ}\text{C}$.

Ebenso wie die ersten beiden Klausurtage setzten sich auch die letzten Klausurtage durch ihre kleinen Amplituden im Kurvenbild deutlich von den übrigen Versuchstagen ab. Der Anstieg der Maximalwerte am 12., 18. und 21. weist auf einen Zusammenhang mit der jeweils zunehmenden Raumfeuchte hin. Die Minimalwerte liegen in den Feuchtephasen durchschnittlich höher als in den Trockenperioden.

Die Rhythmik der Sublingualtemperatur von Vp 1 scheint durch Luftfeuchteschwankungen beeinflusst. Während das Maximum bis zum 18. beinahe täglich seine tageszeitliche Lage ändert, wird es nach dem starken Feuchteanstieg an diesem Tage regelmäßig im 5. Turn gemessen und es fallen nur noch Tag 19 und zwei Tage in der Phase stark wechselnder Feuchte besonders auf. Bei den Tagesminima weisen die Abweichungen der Tage 10, 12, 15 und 23 von der üblichen Rhythmik alle auf einen Zusammenhang mit den Luftfeuchteschwankungen hin.

Vp 2: Auf Grund fehlender Ausschläge der Kurve der Sublingualtemperatur von Vp 2 bis zum 10. Versuchstag und der immer wiederkehrenden Maximal- und Minimalwerte muß man zumindest einen zeitweiligen Defekt der Meßanlage bei dieser Person annehmen. Es wurde daher auf eine Auswertung verzichtet.

Vp 3: Bei einer durchschnittlichen Maximaltemperatur von $36,9^{\circ}\text{C}$ und Minimaltemperatur von $36,8^{\circ}\text{C}$ weist die mittlere Tageschwankung der Sublingualtemperatur von Vp 3 einen minimalen Wert von nur $0,1^{\circ}\text{C}$ auf.

Eine Korrelation der Verläufe der Maximal- oder Minimalwerte mit der Raumfeuchtekurve kann nicht festgestellt werden.

Die tageszeitliche Lage des Maximalwertes scheint in Beziehung zur Raumfeuchte zu stehen. Nach der Phase mittlerer Feuchte stabilisiert sich das Maximum im 3. Turn. Der Beginn der 1. Feuchtephase läßt darauf keinen Einfluß erkennen, die Abweichung am 15. scheint allerdings durch den vorangehenden Feuchteabfall bedingt. Vom Beginn der 2. Feuchtephase an wird das Maximum zu sehr unterschiedlichen Tageszeiten erreicht und scheint sich erst nach einigen Tagen gleichmäßiger Feuchte wieder im 3. Turn zu festigen. Auch in der tageszeitlichen Lage der Minima machen sich Feuchteschwankungen bemerkbar. So findet ein deutlicher Lagewechsel nach Feuchteabfall am 14.

und bei ansteigender Feuchte am 18. statt.

4.7. Stirntemperatur

(Meßgr. Nr. 130, Abb. 5 S.14 , Tab. 3 S.21 , Kurve 130 S.72)

Vp 1: Die Stirntemperatur von Vp 1 weist einen durchschnittlichen Tagesmaximalwert von 35°C und einen Minimalwert von $34,4^{\circ}\text{C}$ auf. Dies entspricht einer mittleren Tagesschwankung von $0,6^{\circ}\text{C}$.

Der Verlauf der Tagesmaximal- und -minimalwerte ist allgemein uncharakteristisch und läßt keine Beziehung zur Raumfeuchte erkennen. Ein Trend besteht nicht und auch die Tagesamplituden zeigen keinen Zusammenhang mit der Luftfeuchte.

Ein Einfluß der Raumfeuchte auf den Tagesgang der Stirntemperatur scheint gegeben. Der Tagesmaximalwert wird mit Ausnahme am 11. und in der Ausgewöhnungsphase nur an Tagen mit erhöhter Raumfeuchte (8, 12, 19) und nach einem Feuchteabfall (14, 24) nicht wie sonst im 5. Turn gemessen. Mit Ausnahme am Klausurende, weisen auch alle in der tageszeitlichen Lage ihres Minimalwertes auffälligen Tage eine enge Beziehung zu den Feuchteschwankungen auf.

Vp 2: Der durchschnittliche Tagesmaximalwert der Stirntemperatur von Vp 2 beträgt $33,8^{\circ}\text{C}$, der Minimalwert $33,2^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tagesschwankung von $0,6^{\circ}\text{C}$.

Eine signifikante Beziehung der Stirntemperatur zur Raumfeuchte konnte nicht festgestellt werden. Bemerkenswert ist das gegensätzliche Verhalten der Maximalwerte in der 1. und 2. Feuchtephase. Während sie nämlich in der ersten abfallen, sind sie in der zweiten erhöht. Die Tagestiefstwerte liegen vom 16. ab auf einem durchschnittlich höheren Niveau als vorher. Die Amplituden zeigen keinen Zusammenhang mit der Raumfeuchte. Gegen Ende der Klausur sind sie auffallend klein.

Alle die Tage, die das Maximum nicht im 5. oder das Minimum nicht im 1. Turn aufweisen folgen unmittelbar auf ausgeprägte Feuchteschwankungen, oder liegen am Beginn und Ende der Klausur. Luftfeuchteänderungen und psychische Ausnahmesituationen scheinen gleichermaßen auf den Tagesgang der Temperatur Einfluß zu nehmen.

Vp 3: Bei einem durchschnittlichen Höchstwert von $34,7^{\circ}\text{C}$ und Tiefstwert von $34,2^{\circ}\text{C}$ beträgt die mittlere Tagesschwankung der Stirntemperatur von Vp 3 $0,5^{\circ}\text{C}$.

Eine signifikante Beziehung zwischen dem Verlauf der Tagesmaximalwerte und der Raumfeuchtekurve besteht nicht. In der 1. Feuchtephase fallen die Maxima gegenüber der vorangehenden Trockenperiode ab, in der 2. Feuchtephase sind sie dagegen erhöht. Die Tagesminimalwerte steigen jeweils zu Beginn der Feuchtephasen und am 22. vorübergehend an, verhalten sich im weiteren Verlauf aber unterschiedlich. Die feucht-trocken-Übergänge sind uncharakteristisch. Vom 19. Tag ab liegen die Minimalwerte auf einem erhöhten Niveau und fallen erst in der Ausgewöhnungsphase wieder ab. Auffällig erscheinen die tiefen Minima der Tage 13, 15 und 29. Die Tagesamplituden lassen keine Beziehung zur Raumfeuchte erkennen.

In der tageszeitlichen Lage des Maximums läßt sich klar der Einfluß von Luftfeuchteschwankungen erkennen. So wird der, bis dahin konstant im 5. Turn gemessene Höchstwert bei ansteigender Feuchte am 12. Tag bereits im 2. und 3. Turn erreicht. In den darauf folgenden Tagen kehrt er stufenweise wieder in seine Ausgangsposition zurück, die nach dem erneuten Feuchteanstieg am 18. endgültig wieder erreicht ist. Ansonsten fallen noch der 21. in der Phase stark wechseln-der Feuchte und die beiden letzten Klausurtag besonders auf. Auch bei den in der Lage ihres Minimums auffälligen Tagen läßt sich eine Beziehung zu Änderungen der Raumfeuchte erkennen.

4.8. Wangentemperatur

(Meßgr. Nr. 140, Abb. 6 S. 15, Tab. 4 S. 22, Kurve 140 S. 73)

Vp 1: Der durchschnittliche Tageshöchstwert der Wangentemperatur von Vp 1 beträgt $34,6^{\circ}\text{C}$, der Tiefstwert $33,9^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tagesschwankung von $0,7^{\circ}\text{C}$. Die Verläufe der Tagesmaximal- und -minimalwerte weisen nur geringe und uncharakteristische Schwankungen auf. Eine Korrelation zur Raumfeuchtekurve besteht nicht. Tag 23 und 24 fallen durch extreme Maximalwerte auf. Während am 23. der absolut höchste Wert erreicht wird, zeigt der 24. den niedrigsten. Dies ist möglicherweise durch die vorausgehenden starken Feuchtwechsel bedingt. Auch daß der Maximalwert, nach fallender Tendenz ansteigt, weist auf den Einfluß der Raumfeuchte hin. Bei den Tagesminimalwerten fallen lediglich die Tage 7 - 9 zu Beginn der Klausur mit überdurchschnittlicher Höhe auf. Eine Beziehung der Tagesamplituden zur Raumfeuchte kann nicht festgestellt werden.

Der Tagesgang der Wangentemperatur von Vp 1 kann offenbar von Feuchteschwankungen beeinflusst werden. Bei sonst sehr konstanter Lage des Maximums im 5. und des Minimums im 1. Turn, bieten gerade die unmittelbar von Feuchteänderungen betroffenen, oder kurz darauffolgenden Tage (12, 14, 19 bei den Maxima und 9, 15, 20, 23 bei den Minima) ein abweichendes Bild. Neben diesen eben erwähnten, fallen noch die Tage 11 und 26, als jeweils dritte Tage einer Trockenperiode und die letzten drei Versuchstage auf.

Vp 2: Der durchschnittliche Tagesmaximalwert der Wangentemperatur von Vp 2 beträgt $33,3^{\circ}\text{C}$, der Minimalwert $32,4^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tagesschwankung von $0,9^{\circ}\text{C}$. Der Verlauf der Tagesmaximalwerte läßt keine signifikante Beziehung zur Raumfeuchte erkennen. So fallen diese zu Beginn der 1. und 2. Feuchtephase vorübergehend ab, während sie in der Phase mittlerer Feuchte an-

stiegen. Gegen Ende der Klausur haben die Maxima gering abfallende, in der Ausgewöhnungsperiode stark ansteigende Tendenz. Die Tage 16 und 23 fallen durch sehr tiefe Tagesmaxima auf. Die Tagesminima steigen zwar an den feuchten Tagen 12, 19 und 22 vorübergehend an, jedoch wird dies auch an den trockenen Tagen 16, 25 und 29 beobachtet. Nach dem starken Anstieg von Tag 6 auf 7 weisen die Minima vom 7. bis zum 11. linear abfallende Tendenz auf. Eine eindeutige Beziehung zwischen Amplitudengröße und Raumfeuchte besteht nicht.

Ausgenommen die Ausgewöhnungsphase, den Beginn der Klausur und die Tage 11 und 17 weisen alle anderen Tage, die nicht den üblichen Tagesgang mit Maximum in Turn 5 und Minimum in Turn 1 zeigen, eine klare Beziehung zu den Feuchteschwankungen auf.

Vp 3: Bei einer mittleren Tagesschwankung von $1,6^{\circ}\text{C}$ beträgt der durchschnittliche Tageshöchstwert der Wangentemperatur von Vp 3 $33,4^{\circ}\text{C}$ und der Tiefstwert $31,8^{\circ}\text{C}$.

Die Tagesmaximalwerte lassen keine signifikante Beziehung zur Raumfeuchte erkennen. Während das Maximum, bei allgemein abfallender Tendenz vom 9. - 12., in der 1. Feuchtephase einen Tiefpunkt erreicht, weist Tag 19 in der 2. Feuchtephase einen starken Anstieg des Maximalwertes auf. In der Zeit vom 13. bis 17. haben sowohl Maxima als auch Minima ansteigende Tendenz.

Übereinstimmend mit der Raumfeuchte steigen die Tiefstwerte zu Beginn der 1. und 2. Feuchtephase vorübergehend an. Von Tag 19 ab liegen sie auf einem höheren Niveau. Die Tagesamplituden lassen keine Beziehung zur Raumfeuchte erkennen.

Abweichungen von der vorherrschenden Lage des Maximums in Turn 5 werden vor allem während und kurz nach Feuchteschwankungen beobachtet (8, 10, 12, 14, 18, 21, 24). Ebenso auffällig verhalten sich noch der letzte Klausur- und der letzte Versuchstag. Auch der Minimalwert wird nur kurz nach dem Feuchteabfall am 13. und am Ende der Klausur nicht im 1. Turn gemessen.

4.9. Subjektives Temperaturempfinden

(Meßgr. Nr. 190, Abb. 11 S. 18 , Tab. 9 S. 28 , Kurve 190 S.78)

Vp 1: Die Kurve des subjektiven Temperaturempfindens von Vp 1, deren durchschnittlicher Tagesmaximalwert bei $37,7^{\circ}\text{C}$ und Minimalwert bei $36,8^{\circ}\text{C}$ liegt, läßt weder zur Raumfeuchtekurve noch zum Kurvenbild einer anderen Meßgröße eine eindeutige Beziehung erkennen. Irgendein Trend kann nicht festgestellt werden und auch der Vergleich der täglichen Schwankungsbreiten liefert keine Aufschlüsse.

Die höchste Temperatur wird von Vp 1 meist im 2. Turn als angenehm empfunden; an den feuchten Tagen 13, 18, 19, 22 und dem ersten Klausurtag jedoch erst im 5. Turn. Die tiefste Temperatur bevorzugt Vp 1 meist im 3. Turn. Dies gilt vor allem für die Feuchtephasen und die darauffolgenden Tage, während die jeweils letzten Tage der drei Trockenperioden davon deutlich abweichen.

Vp 2: Der durchschnittliche Tageshöchstwert der Kurve des Subjektiven Temperaturempfindens von Vp 2 beträgt $37,5^{\circ}\text{C}$, der Tiefstwert liegt bei $36,1^{\circ}\text{C}$. Dies entspricht einer mittleren Tageschwankung von $1,4^{\circ}\text{C}$.

Die Temperaturkurve ist sehr bewegt, läßt aber deutlich einen Einfluß von Luftfeuchteschwankungen erkennen. So bevorzugt Vp 2 nach dem starken Feuchteabfall, vom 14. ab, zunehmend kühlere Temperaturen. Das Ende dieses Trends ist dann am 18. Tag, an dem die Feuchte wieder stark ansteigt, erreicht. Nach etwa gleichbleibendem Niveau bis zum 24., bevorzugt Vp 2 vom 25. ab ähnlich hohe Temperaturen wie zu Beginn der Klausur. Weiter fällt auf, daß Vp 2 bei ansteigender Feuchte, so an den Tagen 12, 18 und 21 im 5. Turn, eine gegenüber den anderen Tageswerten deutlich tiefere Temperatur als angenehm angibt. Dadurch bedingt weisen diese Tage auch auffallend große Tagesamplituden auf.

Im Gegensatz zum Beginn der Klausur, ist die tageszeitliche Lage des Maximalwertes vom 10. bis zum 15. Tage sehr konstant und läßt keinen unmittelbaren Einfluß des Feuchteanstieges am 12. erkennen. Auch der Übergang des Maximums vom 1. in den 4. Turn am 16. Tag fällt in eine Periode unveränderter Feuchte. In der Phase stark wechselnder Feuchte wird die Lage des Maximums wieder sehr unbeständig und stabilisiert sich bis zum Ende der Versuchszeit nicht mehr. Der Tagesminimalwert scheint in den Perioden unveränderter Feuchte allgemein in einem früheren Turn zu liegen als während oder kurz nach Feuchteumschwüngen.

Vp. 3: Bei einer mittleren Tagesschwankung von nur $0,5^{\circ}\text{C}$, beträgt der durchschnittliche Tagesmaximalwert der Kurve $190\ 38,5^{\circ}\text{C}$ und der Minimalwert 38°C .

Im Kurvenbild des subjektiven Temperaturempfindens von Vp 3 weisen besonders zwei Erscheinungen auf eine Beziehung zur Raumfeuchte hin. Zum einen liegen die Maxima der Tage 19, 20 und 21, nach dem Feuchteanstieg am 18., deutlich unter dem allgemeinen Niveau und zum anderen sind die Tagesminima vom Feuchteanstieg am 12. ab klar erhöht. Bei etwa gleichbleibendem Niveau der Tagesmaxima bedeutet dies auch eine Abnahme der Tagesamplituden, besonders an den oben erwähnten Tagen 19 bis 21. Der Zeitpunkt, an dem Vp 3 täglich die höchste Temperatur als angenehm angibt, wechselt über die Versuchsdauer sehr häufig und läßt so keine Beurteilung auf einen Einfluß der Raumfeuchte zu. Dagegen scheint für die Lage des Zeitpunktes, an dem die kühlste Temperatur als angenehm empfunden wird u. a. der Feuchteabfall am 9. und der Feuchteanstieg am 12. entscheidende Bedeutung zu haben.

5. DISKUSSION

5.1. Diskussion der Extremitätentemperaturen

5.1.1. Zehentemperaturen

Auf Grund der großen Variationsbreite ihrer Durchblutung und der, im Verhältnis zum Volumen, sehr großen Oberfläche, sind die Extremitäten für die Wärmeregulation des Körpers besonders gut geeignet. Dabei weist die untere Extremität ausgeprägtere vasomotorische Reaktionen auf als die obere (SHEARD, ROTH, HORTON). Die Betrachtung der Fußtemperaturen läßt demnach am ehesten Aufschlüsse über die thermoregulatorischen Reaktionen des Körpers erwarten und wird daher bevorzugt an den Anfang gestellt. Dazu sollen in diesem Kapitel auch die grundlegenden physikalischen und physiologischen Probleme an Hand der erhobenen Ergebnisse abgehandelt werden.

Schon bei einem groben Überblick fiel auf, daß bei allen Vpn die Tagesmaximalwerte der Zehentemperaturen bedeutend stärker schwanken als die Tagesminimalwerte. Wie man den Abbildungen der mittleren Tagesverläufe der Zehentemperatur entnehmen kann, liegen die Minima alle etwa im Bereich der vorherrschenden Raumtemperatur und unterscheiden sich untereinander nur gering, während die Maximalwerte deutlich über der Umgebungstemperatur liegen und individuell stark streuen. Dies deutet wohl darauf hin, daß die Verläufe dieser beiden zu betrachtenden Größen Ausdruck unterschiedlicher Reaktionen oder Reaktionslagen des Organismus sind und eine getrennte Beurteilung erfordern.

Nach den Ergebnissen weisen Vp 1 und Vp 3 an allen Tagen mit erhöhter Luftfeuchte, ausgenommen den 13. und 23., deutlich angestiegene Tagestiefstwerte auf. Bei Vp 2 steigen die Minima nur zu Beginn der Feuchtephasen vorübergehend an. Jedenfalls lassen diese Befunde klar einen Einfluß der Raumfeuchte auf die Zehentemperatur erkennen. Wie

sind diese Erscheinungen nun zu erklären und zu bewerten?

Bei den im Versuch herrschenden Bedingungen gibt der Körper ständig Wärme an seine Umgebung ab. Dazu stehen ihm nach KEIDEL grundsätzlich drei Wege zur Verfügung:

- Leitung und Konvektion
- Strahlung
- Verdunstung

Der Wärmeverlust Q_{LK} durch Leitung und Konvektion je Flächeneinheit von der Haut an die umgebende Luft folgt der von Büttner aufgestellten Gleichung

$$Q_{LK} = a (T_{HAUT} - T_{UMGEBUNG}) \quad (1)$$

wobei T_H die Hauttemperatur, T_U die Lufttemperatur und a die Wärmeübergangszahl ist.

Für die Strahlung gilt das Stefan-Boltzmannsche Gesetz

$$Q_S = F_S \cdot \sigma \cdot \epsilon \cdot (T_{HAUT}^4 - T_{UMGEBUNG}^4) \quad (2)$$

Die Wärmeabgabe der Haut durch Verdunsten Q_v berechnet sich nach

$$Q_v = F \cdot \beta \cdot (p_H - p_L) \quad (3)$$

wobei p_H der Dampfdruck der Haut und p_L der Dampfdruck der Luft ist.

Nähert sich nun die Hauttemperatur immer mehr der Umgebungstemperatur, so geht die Wärmeabgabe durch Leitung und Konvektion, sowie durch Strahlung gemäß Formel (1) und (2) gegen NULL. Das heißt, ist die Hauttemperatur gleich der Umgebungstemperatur, kann eine Wärmeabgabe nur noch über die Verdunstung erfolgen. Bedenkt man

weiter, daß bei der Verdunstung von 1 g Wasser 580 cal Wärme frei werden, so ist es einleuchtend, daß die Hauttemperatur (gleichbleibende Durchblutung vorausgesetzt) zu dem oben genannten Zeitpunkt ($T_H = T_U$) vor allem vom bestehenden Dampfdruck der Luft abhängt und sich unter diesen Voraussetzungen, wie sie ja beim Erreichen der Tagesminimalwerte annähernd bestehen, die besten Ergebnisse über die Beziehung zwischen Hauttemperatur und Luftfeuchte erwarten lassen. So konnte auch bei keiner anderen Meßgröße eine so enge Beziehung zwischen Hauttemperatur und Luftfeuchte gefunden werden, wie sie im Verlauf der Tagesminimalwerte der Zehentemperatur deutlich wird. Weiterhin könnte dies eine Erklärung dafür sein, warum KÖLSCH gerade an den kühlgsten Arealen eine Erwärmung bei ansteigendem Raumwassergehalt fand.

Da keine proportionale Abhängigkeit zwischen Raumfeuchte und Tagesminimalwert der Zehentemperatur gefunden werden konnte und sich weiterhin Vp 2 etwas verschieden von Vp 1 und Vp 3 verhält, kann die Höhe der Tagesminimalwerte nicht nur allein vom Dampfdruck der Umgebung abhängen, sondern es müssen auch noch andere Faktoren darauf einwirken. Diese sind, da die Hauttemperatur vor allem auch durch die Durchblutung bestimmt ist, in der jeweils vorherrschenden, zentral bedingten Tonuslage der Gefäße und möglicherweise in spezifischen Änderungen der Haut selbst zu suchen. Dieses Problem taucht wieder bei den Ergebnissen der Beziehung zwischen Raumfeuchte und Verlauf der Tagesmaxima auf und soll dort eingehend besprochen werden.

Die oben angeführte Abweichung des Tages 23 erweist sich nur als eine scheinbare. Bei genauer Betrachtung des Kurvenverlaufes wird ersichtlich, daß der kurze Feuchteanstieg dieses Tages gerade dann erfolgt, wenn gewöhnlicherweise der Tagestiefstwert der Zehentemperatur erreicht wird. Dieser Wert ist auch deutlich erhöht, der folgende fällt aber nach dem Feuchtesturz sehr stark ab und erscheint so als neuer Minimalwert, der einem trockenen Tag entspricht. Tag 13 nimmt auch

bei vielen anderen Meßgrößen eine Sonderstellung ein. Dies mag einmal durch den gegenüber Tag 12 gering abgefallenen Dampfdruck bedingt sein, zum anderen war dieser Tag nach den Tagesbuchaufzeichnungen der Vpn von verschiedenen internen Auseinandersetzungen geprägt.

Wenden wir uns nun dem Verlauf der Tagesmaximalwerte zu. Nach den Ergebnissen steigen die Tagesmaxima von Vp 1 und Vp 2 jeweils zu Beginn der Phasen mit erhöhter Luftfeuchte vorübergehend an. Nach WEZLER entspricht dies einer regulativen Maßnahme des Körpers, um mit Hilfe einer gesteigerten Durchblutung den Dampfdruck der Haut gegenüber dem der Umgebung zu erhöhen, so die Wärmeabgabe zu steigern und dadurch die Homoiothermie des Körperkerns aufrecht zu halten. Da jedoch bei weiterhin erhöhter Luftfeuchte nur ein vorübergehender Anstieg der Maxima beobachtet wurde, liegt der Schluß nahe, daß die Wärmeabgabe durch zusätzliche Mechanismen erleichtert wird und dadurch die Hauttemperatur sogar wieder abfällt. Hierzu einige grundsätzliche Bemerkungen:

Bei Hauttemperaturen unterhalb der Schwitzgrenze, die nach ASCHOFF bei ca. 34°C liegt, erfolgt die Wasserabgabe der Epidermis ausschließlich durch die "perspiratio insensibilis", die aus einem geringen neural gesteuerten Sekretionsanteil und einem Diffusionsanteil, im Verhältnis von etwa 1 : 13 besteht (ANGELE, SOMMER). Nach verschiedenen Autoren (ASCHOFF, HARDY, THAUER) ist der Verdunstungswärmeverlust durch die perspiratio insensibilis unabhängig von der Luftfeuchte, da die Wasserdurchgangszahl der Haut ($\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{min} \cdot \text{mm Hg}$) veränderlich ist und zwar bei zunehmender Trockenheit der Luft kleiner wird und umgekehrt. Dies gilt allerdings nicht für alle Temperatur- und Feuchteverhältnisse und ist interindividuell verschieden.

Auf unsere Ergebnisse bezogen, ist es also denkbar, daß Vp 1 und Vp 2 auf ansteigende Raumfeuchte mit einer Durchblutungszunahme der Haut reagieren, was eine Erhöhung der Hauttemperatur bedingt. Im

weiteren Verlauf, bei gleichbleibend hoher Luftfeuchte, scheint dann die Wasserdurchgangszahl zuzunehmen und die Hauttemperatur, auf Grund der verbesserten Verdunstungsmöglichkeit, wieder abzusinken.

Vp 3 erweist sich im Verlauf der Tagesmaximalwerte unterschiedlich zu den beiden anderen Vpn. Dabei fallen besonders die Tage 13 und 20 auf, deren Maximalwerte deutlich über die der vorangehenden feuchten Tage ansteigen. Das Maximum wird an diesen beiden Tagen im 5. Turn, also bei bereits wieder abfallender Feuchte erreicht. Wie läßt sich dieses Ergebnis nun mit dem der anderen beiden Vpn in Einklang bringen?

Vp 3 weist entsprechend der höchsten Kerntemperatur auch die höchsten Zehentemperaturen der drei Personen auf. Möglicherweise reagiert Vp 3 auf ansteigende Raumfeuchte sogleich mit einer deutlichen Steigerung der Verdunstung mittels einer Zunahme der Wasserdurchgangszahl oder sogar mit aktiver Sekretion (*perspiratio sensibilis*), so daß es zu keiner wesentlichen Erhöhung der Hauttemperatur kommt. Bei Abfall der Raumfeuchte wird die gesteigerte Wasserabgabe sehr schnell wieder reduziert und die vorher unbemerkt gebliebene Durchblutungssteigerung wird durch den kurzen Anstieg der Hauttemperatur offensichtlich.

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß bei allen Vpn am 15. der Tagesmaximal- und am 16. der Tagesminimalwert deutlich ansteigt. Da die Ergebnisse an den vergleichbaren Tagen der anderen beiden Trockenperioden nicht signifikant sind, kann nicht eindeutig entschieden werden, ob diese Erscheinung in Zusammenhang mit dem vorhergehenden Feuchteabfall steht. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß es sich hierbei um eine Spätreaktion, im Sinne einer reaktiven Vasodilatation, auf eine, durch den Feuchtesturz bedingte, überschießende Vasokonstriktion handelt.

Die Erhöhung des Ausgangsniveaus der Tagesminimalwerte bei Vp 1 (von Tag 16 ab, siehe auch vorhergehenden Abschnitt) und bei Vp 2 (von Tag 19 ab) müssen wohl im Zusammenhang mit der zunehmenden

mittleren Feuchte der Trockenperioden gesehen werden.

Auffällig im Verlauf der Tagesmaxima erscheint deren abfallende Tendenz in der Zeit vom 6. - 10. bei Vp 1 und 6. - 11. bei Vp 3 und ihre tiefen Werte vom 7. - 10. Tag bei Vp 2. Eine Beziehung zur Raumfeuchte ist dabei nicht ersichtlich. Offensichtlich drückt sich hierin ein steigender Sympatikotonus aus, der über eine zunehmende periphere Vasokonstriktion zur Abnahme der Tageshöchsttemperaturen führt. Ursächlich hierfür scheint eine verstärkte psychische Stresssituation ausgelöst durch den Beginn der totalen Klausur. Die Aussagekraft dieser Behauptungen müßte durch eine vergleichende Untersuchung der Catecholaminausschüttung verifiziert werden. Weshalb es bei Vp 1 und Vp 2 gerade am 11. Tage zu dem starken Wiederanstieg des Maximalwertes kommt ist nicht ersichtlich. Auch in den letzten Klausurtagen nehmen die Maxima bei Vp 1 deutlich ab, bzw. sind bei Vp 2 wieder auffallend tief. Der sehr starke Anstieg der Werte nach dem Klausurende spricht dafür, daß es sich auch hier, wie zu Beginn der Klausur um eine rein psychogene Reaktion handelt.

Wodurch es zu den quantitativ unterschiedlichen Reaktionen von rechter und linker Zehe an den Tagen 11 und 13 kommt ist unklar. Ob sie durch die unterschiedliche funktionelle Belastung (nur der rechte Fuß wurde im Wiedererwärmungsversuch täglich in ein Wasserbad von 14 °C getaucht) bedingt oder Ausdruck einer gewissen Desynchronisation sind, kann nicht entschieden werden.

5.1.2. Temperatur des Fußrückens

Die Temperaturen am Fußrücken liegen bei allen Vpn um 2 - 7 °C höher als an der Fußzehe und die durchschnittliche Tagesschwankung ist bedeutend kleiner. Der Verlauf der Tagestiefstwerte am Fußrücken entspricht generell dem an der Zehe, während der Verlauf der Höchstwerte hier keine signifikanten Ergebnisse erbringt. Bedenkt man jedoch, daß

einerseits die Durchblutungsvariation der Zehe ca. 1 : 600 gegenüber 1 : 30 am Fußrücken beträgt (ASCHOFF) und sich andererseits die Durchblutung der Extremitäten generell erst distal und dann proximal ändert (WEVER) sind unter gegebenen Bedingungen auch keine so ausgeprägten Reaktionen auf Luftfeuchteschwankungen zu erwarten wie an der Zehe.

5.1.3. Temperatur des Handrückens

Die Temperaturen am Handrücken liegen bei allen Vpn durchschnittlich höher als am Fußrücken und weisen mit Ausnahme von Vp 3 eine geringere mittlere Tagesschwankung auf als dort. Für Vp 1 und Vp 2 bestätigt sich also, daß die obere Extremität eine kleinere vasomotorische Variationsbreite aufweist als die untere. Die Temperaturkurven der einzelnen Vpn zeigen untereinander nur wenig Ähnlichkeit.

Besonders auffällig erschien nur das Kurvenbild von Vp 1. Vp 1, die von allen Vpn die höchsten Handtemperaturen aufweist, zeigt, verglichen mit den Tagesminimalwerten, im Verlauf der Tagesmaxima nur sehr geringe Schwankungen. Wie man aus dem Durchschnittswert von $33,2^{\circ}\text{C}$ ersieht, liegen die Tageshöchstwerte der Handtemperatur von Vp 1 bereits sehr nahe an der von THAUER mit ca. 34°C Hauttemperatur angegebenen Schwitzgrenze. Dies bedeutet, daß die Wärmeabgabe in diesem Bereich zunehmend über die Verdunstung erfolgt und die Handtemperatur daher nicht mehr weiter ansteigt. So ließe sich also erklären, warum die Tagesmaximalwerte nicht über ein bestimmtes Niveau ansteigen und weshalb sie in den Feuchtephasen nicht, wie die Tagesminima, deutlich erhöht sind. Anscheinend wird bei einem Feuchtesturz die Wasserabgabe dann vorübergehend so stark eingeschränkt, daß es nun zu dem beobachteten, kurzfristigen Anstieg des Maximums kommt (siehe auch Zehentemperatur von Vp 3).

In der Zeit vom 7. bis zum 14. Tag weisen die Tagesminima einen nahe-

zu linear abfallenden Trend, mit einmaliger Unterbrechung am 12. Tag, auf. Keiner der äußeren Faktoren, die auf die Hauttemperatur einwirken können, zeigt einen Verlauf, aus dem sich eine Beziehung zu dieser Erscheinung herleiten ließe. Es scheint sich hier also um eine endogen bedingte Vasokonstriktion, d. h. um einen zunehmenden Sympatikotonus zu handeln, wie er ja zumindest am Beginn der Klausur auch am Fuß beobachtet werden konnte. Der außergewöhnlich hohe Wert am 12. Tag läßt auf eine aktive vasodilatatorische Reaktion, bedingt durch den starken Feuchteanstieg schließen. Weshalb die Tagesminima gerade von Tag 15 ab wieder höher liegen ist unklar. Ob hierfür die vorangegangenen Feuchteänderungen eine Rolle spielen, oder ob möglicherweise die Gewißheit, daß die Hälfte der Klausurzeit vorüber ist, zu einem Nachlassen der psychischen Anspannung führt, kann nicht entschieden werden.

Vp 2 und Vp 3 haben keine so charakteristischen Kurvenverläufe und man kann insgesamt feststellen, daß die Ergebnisse der Handtemperaturen, gegenüber denen der Fußtemperaturen keine neuen Diskussionspunkte liefern, sondern die dort gemachten Aussagen prinzipiell bestätigen.

5.2. Diskussion der REKTALTEMPERATUR

Eine signifikante Korrelation zwischen Rektaltemperatur und Raumfeuchtegehalt wurde bei keiner der Vpn gefunden. Nach THAUER kommt es bei Erhöhung des Wasserdampfdruckes zu einem regelhaften, vorübergehenden Anstieg der Rektaltemperatur. Dieses Ergebnis wurde aus Versuchen mit Dampfdruckanstieg von 4 auf 30 mm Hg bei Raumtemperaturen von 27 °C und darüber gewonnen. In unserem Versuch betrug die Raumtemperatur dagegen nur 22 °C und der Dampfdruck bewegte sich in einem Bereich von 5 - 17 mm Hg. Diese, den natürlichen Gegebenheiten in unserem Klima, nachempfundenen Bedingungen stellen

bei weitem keine so große Belastung für den menschlichen Organismus dar und lassen daher auch keine so signifikanten Ergebnisse erwarten. Eine fehlende Korrelation zwischen Raumfeuchte und Rektaltemperatur besagt andererseits nicht, daß bei Änderungen des Dampfdruckes keine Änderungen der Kerntemperatur erfolgen, denn diese können ja von unterschiedlicher Natur sein.

Geht man davon aus, daß die Wärmeproduktion des Körpers, wie in den Versuchsbedingungen angestrebt, immer gleich bleibt und Feuchteänderungen nicht unmittelbar zentral auf den Körperkern einwirken (wofür bisher keinerlei Anhaltspunkte gefunden wurden), kann man sich grundsätzlich zwei Verhaltensweisen der Rektaltemperatur vorstellen. Einmal kann es bei ansteigendem Raumwassergehalt durch die erschwerte Wärmeabgabe in der Peripherie zu einem Wärmestau kommen und dadurch die Kerntemperatur rein passiv ansteigen, andererseits kann der Kern bei überschießender, regulativer Wärmeabgabe auch kurzfristig abkühlen. Nach unseren Ergebnissen scheint jedoch keine der Versuchspersonen immer genau in der einen oder der anderen Richtung zu reagieren. Hierzu sollte man auch bedenken, daß die Feuchteänderungen nicht immer zur gleichen Zeit stattfinden. So weist HENTSCHEL nachdrücklich auf das tageszeitlich unterschiedliche Ansprechen des Organismus auf exogene Reize hin. Jedoch läßt sich auch unter diesem Gesichtspunkt das Verhalten der Vpn nicht schematisieren.

Zahlreiche Untersucher haben die Brauchbarkeit der Rektaltemperatur als Maß der Innentemperatur überhaupt stark kritisiert, da die Temperatur des Rektums auch von den umgebenden venösen Plexus und anderen örtlichen Einflüssen abhängt (HENSEL). Es ist auch bei den flexiblen Rektalfühlern nicht immer mit Sicherheit gewährleistet, daß der Meßkopf ganz genau an derselben Stelle liegt, was bei der hohen Anzeigeempfindlichkeit ($1/100^{\circ}\text{C}$) und den insgesamt nur geringen Schwankungen der Rektaltemperatur bereits zu Meßungenauigkeiten führen könnte. Vor allem in der Phase stark wechselnder Feuchte und am Klausurende

wurden bei allen drei Vpn Änderungen der Temperaturrhythmik beobachtet, indem ausnahmsweise nachts höhere Temperaturen erreicht wurden als am Tage. Dies weist bereits deutlich auf einen Einfluß von Feuchteschwankungen und starker psychischer Erregung auf den Tagesgang der Temperatur hin (s. Kapitel Rhythmik). Insgesamt erscheint die Meßgröße Rektaltemperatur zu komplex, als daß man, bei den in unserem Versuch auftretenden Belastungen, allgemein gültige Aussagen machen könnte.

5. 3. Diskussion der KOPFTEMPERATUREN (Sublingual-, Stirn- und Wangentemp.)

Die Ergebnisse der Kopftemperaturen erwiesen sich bei allen Vpn als wenig aufschlußreich. Nach ASCHOFF nimmt der Kopf so gut wie gar nicht an der Steuerung des Körperwärmeverlustes teil und so sind bei den Feuchteschwankungen in unserem Versuch zumindest aktive Reaktionen im Kopfbereich kaum zu erwarten und konnten auch nicht beobachtet werden. Für ein passives Ansteigen der Kopftemperaturen bei erhöhter Raumfeuchte, bedingt durch die verminderten Verdunstungswärmeverluste finden sich dagegen mehrere eindeutige Hinweise, jedoch sind die Ergebnisse hier nicht so signifikant wie an den Extremitäten.

Bei keiner der Vpn konnte eine signifikante Korrelation zwischen den Meßgrößen Rektaltemperatur, Sublingual-, Stirn- und Wangentemperatur gefunden werden. Für die Sublingualtemp. ist dabei zu bedenken, daß der Mund viel öfter von lokalen Wärmeänderungen, infolge von kalten oder warmen Speisen, Getränken, Atem und Sprechen, betroffen ist als das Rektum (SELLE).

Die Stirntemperatur scheint, wie man aus ihrem unterschiedlichen Verlauf in den beiden Feuchtephasen annehmen kann, einmal mehr den Temperaturen des Körperkerns und einmal mehr den Temperaturen der Körperschale zu folgen, ohne daß dabei jedoch eine Gesetzmäßigkeit zu

erkennen wäre. Die Ergebnisse der Wangentemperatur sind zu unspezifisch, um eine Diskussion zu erlauben.

Für generelle Verschiebungen der Kern-Schalen-Relation im Körpertemperaturprofil ergaben sich aus den Ergebnissen keine Anhaltspunkte.

5.4. Diskussion des SUBJEKTIVEN TEMPERATUREMPFINDENS

In dem nach YAGLOU definierten Behaglichkeitsbereich besteht thermisches Gleichgewicht zwischen Körper und Umgebung, welches subjektiv als behaglich empfunden wird. Die untere Grenze dieses Bereichs ("Friergrenze") liegt bei etwa 18°C Raumtemperatur, die obere ("Schwitzgrenze") beträgt etwa 27°C . Während unseres Versuchs lag die Raumtemperatur ($20,5 \pm 1^{\circ}\text{C}$) also in der Mitte dieses Bereichs. Wie man aus eigener Erfahrung weiß, hängt das Temperaturempfinden jedoch nicht allein von der herrschenden Raumtemperatur ab, sondern wird auch noch durch andere klimatische Faktoren bestimmt. So wurden auf Grund experimenteller Versuche verschiedene Komplexgrößen eingeführt, die neben der Lufttemperatur weitere klimatische Faktoren berücksichtigen. In der "effektiven Temperatur" nach YAGLOU werden z. B. Luftfeuchte und Lufttemperatur miteinander kombiniert. Dabei ergibt sich, daß eine Temperatur von 20°C bei 100 % rel. Feuchte etwa denselben Behaglichkeitseindruck hervorruft wie eine Temperatur von 25°C bei 35 % rel. Feuchte. Es wäre demnach und der Erfahrung entsprechend, zu erwarten gewesen, daß die Vpn in den Phasen hoher Raumfeuchte tiefere Temperaturen als angenehm empfinden als in den Trockenperioden. Dieser Erwartung entspricht eindeutig aber nur Vp 2. Wie man den Ergebnissen entnehmen kann, zeigt die Kurve des subjektiven Temperaturempfindens von Vp 2 gerade zur Zeit der Feuchteanstiege (Tag 12, 18, 21) auffallend tiefe Werte. Es handelt sich jedoch nur um einen vorübergehenden Werte-

abfall, ähnlich wie auch die Hauttemperatur von Vp 2 in dieser Zeit nur vorübergehend anstieg. Das reziproke Verhalten dieser beiden eben erwähnten Größen weist zwar deutlich auf eine Beziehung zwischen Temperaturempfinden und Hauttemperatur hin, jedoch konnte über die Versuchsdauer bei keiner der Vpn eine eindeutige Korrelation zwischen der Kurve des subjektiven Temperaturempfindens und der einer der anderen aufgezeichneten Meßgrößen gefunden werden.

Wodurch der absteigende Trend der Temperaturempfindenskurve von Vp 2 in der Zeit vom 13. zum 17. Tag bedingt ist, und warum Vp 3 vom 12. Tag ab nie mehr so tiefe Temperaturen als angenehm angibt, wie in der vorangehenden Zeit, läßt sich kausal nicht begründen. Sehr bemerkenswert ist jedoch, daß die beiden Erscheinungen jeweils durch starke Feuchteschwankungen eingeleitet werden. Diese können demnach nicht nur zu einer vorübergehenden Änderung des Temperaturempfindens führen, sondern allgemein einen neuen Trend einleiten oder ein neues Ausgangsniveau für die Empfindungen schaffen. Diese Tatsache dürfte wiederum von nicht unerheblicher Bedeutung für die Wetterfähigkeit des Menschen sein.

5.5. Rhythmik der Körpertemperaturen

Der Tagesgang der Körpertemperatur ist nach ASCHOFF nicht die Folge körperlicher Tätigkeit oder gar ein Zeichen unvollkommener Regulation, sondern der Sollwert der Temperatur unterliegt vielmehr, wie alle anderen Körperfunktionen und Sollwerte von Regelkreisen, der dem Organismus angeborenen Tagesperiodik. ASCHOFF konnte nämlich nachweisen, daß auch bei unveränderten Umweltbedingungen die Rhythmik der Temperatur mit einer Periodendauer von $24 \pm 10\%$ Stunden erhalten bleibt und somit deren endogenen Ursprung beweisen. Diese endogene Periodik wird dann durch äußere Zeitgeber mit dem 24-Stundengang der Erddrehung synchronisiert. Dabei kann als Zeit-

geber jeder tagesperiodische Reiz wirksam werden, vor allem jedoch meteorologische (Licht, Temperatur, Feuchte) und ökologisch-soziologische. Allgemein schreibt man dem Hell-Dunkel-Wechsel und dem Tagesgang der Umgebungstemperatur die größte Bedeutung als exogene Zeitgeber zu, während über den Einfluß der Luftfeuchte wenig bekannt ist. Im ersten Klimakammerversuch dieses Instituts fand KÖLSCH jedoch eindeutige Hinweise auf eine Beziehung zwischen Raumfeuchte und Tagesgang der Sublingualtemperatur. HOHLBACH konnte eine derartige Beziehung für die Hautwasserabgabe, nicht jedoch für die Hauttemperatur feststellen.

5.5.1. Tagesgang

Der Tagesgang der Kern- und Fußtemperatur (Abb. 3 und 8) in diesem Versuch, entspricht dem aus der Literatur bekannten Verhalten dieser beiden Größen: Die Kerntemperatur steigt vormittags bei abnehmenden Extremitätentemperaturen an. Dieser "Aufheizeffekt" (EBBECKE) schlägt dann abends plötzlich in den "Entwärmungseffekt" um, in welchem die Kerntemperatur wieder absinkt und die Hauttemperatur ansteigt.

Bei vergleichender Betrachtung des Tagesganges der Rektaltemperaturen von den drei Vpn lassen sich einige interindividuelle Unterschiede feststellen. Dies ist jedoch zu erwarten, wenn man bedenkt, daß dem Tagesgang ja eine z. T. angeborene, individuelle Periodik zugrunde liegt. Andererseits sind die Unterschiede zu gering um eine Typenunterscheidung vornehmen zu können. Nach KEIDEL beträgt die Tagesschwankung der Rektaltemperatur unter Standardbedingungen bei jüngeren Männern $1,5^{\circ}\text{C}$, bei Streuung der Amplituden zwischen $0,7$ und $2,1^{\circ}\text{C}$. In unserem Versuch beträgt die höchste mittlere Tagesschwankung jedoch nur $0,5^{\circ}\text{C}$ (Vp 3). Es ist kaum anzunehmen, daß dieser Befund zufällig ist. Als Erklärung für die kleine Amplitude der Rektal-

temperatur bietet sich die geringe Tagesschwankung der Raumtemperatur an, bei welcher die Vpn ja bedeutend kleineren Temperaturschwankungen ausgesetzt waren als sonst im täglichen Leben. Demnach käme der Umgebungstemperatur nicht nur für die Periode, sondern eventuell auch für die Amplitude des Tagesganges der Rektaltemperatur eine Bedeutung zu.

Die Tagesgänge der Zehen- und Fußrückentemperatur entsprechen bei allen Vpn grundsätzlich einander und auch zwischen den Personen bestehen keine auffallenden Unterschiede.

Am stärksten differieren die Tagesprofile der Handtemperatur. Während sich der Handrücken bei Vp 2 wie der Fuß verhält, steigt die Handtemperatur von Vp 1 im Laufe des Tages linear an und weist somit etwa die gleiche Tendenz auf wie die Kerntemperatur. Es entsteht also der Eindruck, als ob dem Handrücken von Vp 2, wie dem Fuß eine aktive wärmeregulatorische Funktion zukommt, während der Handrücken von Vp 1 in seinem Temperaturgang mehr passiv dem Körperkern folgt. Andererseits ist es möglich, daß Vp 1 die Wärmeabgabe an der Hand weniger über der Durchblutung als über andere Mechanismen wie z. B. die Hautwasserabgabe regelt und dadurch ein andersartiges Temperaturprofil erscheint. Vp 3 scheint eine gewisse Mittelstellung zwischen diesen beiden Extremen einzunehmen.

Stirn und Wangentemperatur ähneln in ihren durchschnittlichen Tagesprofilen bei allen Vpn mehr der Kern- als der Extremitätentemperatur, ohne daß dabei jedoch eine genaue Übereinstimmung bestünde. Eine besondere Funktion im Dienste der Wärmeregulation scheint ihnen auf alle Fälle nicht zuzukommen.

Der mittlere Tagesgang der Sublingualtemperatur ist allgemein uncharakteristisch und weist von allen Meßgrößen die geringste Amplitude auf. Diese beträgt für Vp 3 nur $0,1^{\circ}\text{C}$ und entspricht damit der kleinsten, registrierten Maßeinheit. Da die Amplitude der Sublingualtemperatur damit auch noch unter der der Rektaltemperatur liegt

(0,2 °C bei einer Meßgenauigkeit von 1/100 °C), muß man annehmen, daß die Ablesegenauigkeit der Sublingualtemperatur zumindest für Vp 3 zu grob war.

Bei vergleichender Betrachtung fiel bei den meisten Meßgrößen eine ausgeprägte 15-Uhr-Senke der Temperatur von Vp 3 auf. Dies ist wiederum ein deutlicher Hinweis auf starke individuelle Prägung des Körpertemperaturganges.

5.5.2. Periodengang

Eine genaue statistische Auswertung der Tabellen 1 - 9 ist leider unmöglich, da der Periodengang der Körpertemperatur eine starke individuelle Prägung aufweist und die jeweiligen Rhythmusabweichungen oft aus unterschiedlichen Ausgangssituationen heraus auftreten. Die Auswertung muß daher mehr tendenziell erfolgen. Auf die möglichen Zusammenhänge zwischen Rhythmusabweichungen und Schwankungen der Raumfeuchte wurde bereits im Ergebnisteil gezielt hingewiesen und es erscheint nicht nötig die Einzelbefunde nochmals zu diskutieren. Es soll deshalb im weiteren die Rhythmik der Körpertemperaturen auf Grund zusammenfassender Ergebnisse als ganzes diskutiert werden.

Bei bestimmbarem, vorherrschenden Grundrhythmus lassen sich die jeweiligen Abweichungen davon grob in vier Gruppen unterteilen:

1. Einmalige Rhythmusabweichungen, die gehäuft an unmittelbar von Feuchteschwankungen betroffenen Tagen auftreten.
2. Länger dauernde Rhythmusabweichungen im Anschluß an Feuchteschwankungen.
3. Rhythmusabweichungen, die in einem bestimmten zeitlichen Abstand nach Feuchteschwankungen gehäuft beobachtet werden.
4. Rhythmusabweichungen, die gehäuft an bestimmten Tagen auftreten, ohne dabei eine Beziehung zu Feuchteschwankungen erkennen zu lassen.

ad 1)

Kurzfristige Rhythmusabweichungen an Tagen mit Feuchteschwankungen treten bei jeder Vp und in allen Meßgrößen auf. Es spielt dabei keine Rolle, ob ein Feuchteanstieg oder -abfall erfolgt, sondern das entscheidende Kriterium ist offensichtlich die Änderung der Feuchte an sich. In den vorangehenden Kapiteln wurde die Wirkung des Raumfeuchtegehaltes auf die verschiedenen Temperaturen bereits eingehend diskutiert, und es ist eingedenk dieser Überlegungen durchaus einleuchtend, daß eine ausgeprägte Feuchteschwankung zu einer Änderung des sonst üblichen Tagesprofils der betrachteten Meßgrößen führen kann. Sieht man in der Wärmeregulation, wie allgemein üblich, einen biologischen Regelkreis (WAGNER) so kann den Änderungen der Körpertemperaturen grundsätzlich entweder eine durch veränderte physikalische Voraussetzungen bedingte Istwertverschiebung oder eine zentral gesteuerte Sollwertverstellung zu Grunde liegen. Dabei scheint die Istwertverschiebung als Rezeptorreiz eine grundsätzliche Vorbedingung für die möglicherweise folgende Sollwertverstellung zu sein, da bisher zentrale Feuchtefühler weder bewiesen, noch als notwendig postuliert wurden.

ad 2)

Sehr bedeutungsvoll erscheint der Befund, daß sich an die eben beschriebenen und durchaus zu erwartenden, kurzfristigen Rhythmusabweichungen länger dauernde Phasen anschließen können, in denen entweder eine neue, in sich wiederum konstante Rhythmik vorherrscht oder der Rhythmus besonders wechselhaft ist. Diese Phasen enden dann zum Teil wieder ohne ersichtlichen Grund, erstrecken sich aber oft genau bis zur nächsten ausgeprägten Feuchteschwankung. Es scheint so, als ob das dem jeweiligen Tagesgang der verschiedenen Meßgrößen zugrundeliegende biologische Schwingungssystem durch eine

Feuchteänderung über die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Mechanismen so außer Takt gebracht werden kann, daß es entweder zu einer Phasenverschiebung bei weiterhin konstanter Periodendauer kommt oder völlig ungeordnete Schwingungen auftreten. Zur präzisen Analyse dieser Erscheinung wäre allerdings eine 24stündige Beobachtungsdauer aller Meßgrößen nötig. Da die einzelnen Feuchteschwankungen in Qualität und zeitlichem Ablauf nicht direkt miteinander vergleichbar sind, kann an dieser Stelle keine Aussage darüber gemacht werden, ob und welche äußeren Umstände für das Auftreten dieses Typs von Rhythmusabweichung mitentscheidend sind. Auf Grund der Ergebnisse läßt sich in bezug auf derartige Rhythmusstörungen auch keine Typisierung der Vpn vornehmen. Geht man jedoch allein von der Tatsache aus, daß solche Rhythmusabweichungen auftreten können, so ist dies wohl für das funktionelle Zusammenspiel innerhalb der Temperaturregulation nicht ohne Bedeutung. HOHLBACH wies in seiner Arbeit bereits darauf hin, daß eine Desynchronisation der im Rahmen der Temperaturregulation normalerweise synergistisch arbeitenden Größen eine merkliche Störung der ganzen wärmeregulatorischen Situation des Organismus mit sich bringt. Bei der engen Verknüpfung der einzelnen Reglerkreise unseres Körpers, wie sie z. B. zwischen Temperatur- und Kreislaufregulation deutlich wird, kann eine Störung in einem dieser Reglerkreise durchaus zu einer Irritation des Gesamtorganismus führen.

ad 3)

Bereits bei der Betrachtung der Verläufe der Tagesmaximal- und -minimalwerte fielen vereinzelt, weder an bestimmte Personen noch Meßgrößen gebunden, die jeweils 2. oder 3. Tage nach einem Feuchteabfall besonders auf. Es ist daher nicht verwunderlich, daß diese Tage auch in ihrem Tagesprofil Abweichungen zeigen, die in den Tabellen 1 - 8 als Rhythmusstörungen imponieren können. Eine Erklärung für

dieses Phänomen kann nicht gegeben werden. Dies könnte erst in späteren Versuchen, nachdem der Befund auch endgültig statistisch gesichert ist, erfolgen.

ad 4)

Bei allen drei Vpn werden meist zu Beginn und Ende der Klausur Rhythmusabweichungen beobachtet. Nach KEIDEL ändert sich die physiologische Einstellung unseres Temperaturregelungssystems bei Emotionen, psychischer Anspannung und bei Körperarbeit. Daß Klausurbeginn und -ende, als die beiden Zeitmarken, auf die das Augenmerk der Vpn besonders gerichtet war, mit mehr oder weniger deutlichen Emotionen und starker psychischer Anspannung verbunden sind, ist wohl nur zu verständlich. Zum Klausurbeginn wäre dabei noch zu bemerken, daß jeder der Vpn vor dem Versuchsbeginn ihren individuellen Lebensrhythmus hatte, der dann zwangsweise den vorgegebenen äußeren Versuchsbedingungen angepaßt werden mußte. Möglicherweise war auch diese Umstellung durch die Eingewöhnungsphase noch nicht gänzlich vollzogen. Über die Mechanismen der oben erwähnten Beziehung zwischen Psyche und Temperaturregelung kann im Rahmen dieser Arbeit keine Diskussion erfolgen.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen zwar, daß nach Feuchteschwankungen Rhythmusänderungen auftreten können, jedoch läßt sich eine Gesetzmäßigkeit nicht ableiten. Dies mag einmal daran liegen, daß der menschliche Körper von vornherein nicht nach einem starren Schema reagiert und mag andererseits im Ablauf der Klimaphasen begründet sein. Wie man aus der Klimakurve (Abb. 1) entnehmen kann, beginnen z. B. die einzelnen Feuchtephasen nach verschieden langen, vorausgehenden Trockenperioden zu verschiedenen Tageszeiten. Bedenkt man hierbei wieder das bereits erwähnte, tageszeitlich unterschiedliche Ansprechen des Organismus auf exogene Vorgänge (HENTSCHEL), so wäre eine Gesetzmäßigkeit also garnicht zu erwarten.

Inwieweit sich die beobachteten Rhythmusstörungen im subjektiven Befinden der Betroffenen im weiteren Rahmen der "Wetterfähigkeit" bemerkbar machen, hängt wohl in erster Linie von der jeweiligen Kompensationsfähigkeit des betroffenen Organismus ab und läßt sich nicht pauschal beurteilen. Auf jeden Fall scheinen sie grundsätzlich geeignet, in dieser Richtung zu wirken.

5.6. VERSUCHSKRITIK

Auf den Erfahrungen des 1. Klimakammerversuches aufbauend, erwiesen sich die äußeren Bedingungen und die allgemeine Durchführung dieses 2. langfristigen Versuches als sehr zufriedenstellend. Von den räumlichen Gegebenheiten her wurde übereinstimmend lediglich die Waschgelegenheit als unzureichend empfunden.

Daß eine 3wöchige, strenge Klausur eine starke psychische Belastung für die Vpn darstellt, war zu erwarten und geht auch aus den Ergebnissen deutlich hervor. Dabei erwies es sich meines Erachtens als großer Vorteil, daß sich die Vpn schon länger gut kannten, wodurch das Ein- und Aneinandergewöhnen zu Beginn des Versuches recht leicht fiel. Mit entscheidend für die innere Ausgeglichenheit der Vpn erwies sich vor allem die Betreuung durch die Mitarbeiter des Institutes, die während unseres Versuches vorbildlich war. Der vorher genügend eingübte Tagesablauf erwies sich von Beginn der Klausur an als gut geeignet und enthielt nach der einhelligen Meinung der Beteiligten gerade das richtige Verhältnis zwischen Arbeit und Freizeit.

Die Messung von Fuß-, Handrücken-, Stirn- und Wangentemperatur, in der hier vorgenommenen Weise, ist schon lange bewährt und war in ihren Bereichen genügend. Zu einem besseren Vergleich zwischen oberer und unterer Extremität sollte zukünftig auch noch die Fingertemperatur registriert werden.

Die für die Sublingualtemperatur gewählte Meßgenauigkeit erschien zu

gering und sollte in weiteren Versuchen wie bei der Rektaltemperatur ca. $1/100^{\circ}\text{C}$ betragen. Die durchgehende Messung der Rektaltemperatur mit den flexiblen Fühlern während der Nacht, wurde von den Vpn anfangs als sehr störend empfunden und es ist wohl mit einer Gewöhnungszeit von mindestens 4 Tagen zu rechnen. Die Meßanlage für das subjektive Temperaturempfinden hat ihre erste Bewährungsprobe gut bestanden und sollte auf Grund der vorliegenden Ergebnisse auch weiterhin in diesen Versuchen Verwendung finden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

1. Drei männliche Versuchspersonen wurden während eines 30tägigen Versuches in einer Klimakammer, bei einer Raumtemperatur von $22 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, einer zwischen 6 und 16 Torr Dampfdruck schwankenden Raumfeuchte ausgesetzt. Es folgten abwechselnd trockene und feuchte Phasen.
2. Gemessen wurde die Rektal-, Sublingual-, Stirn-, Wangen-, Großzehen-, Fuß- und Handrückentemperatur und das subjektive Temperaturempfinden. Alle diese Meßgrößen wurden auf ihre Beziehung zur Raumfeuchte geprüft.
3. Die Temperaturen der Extremitäten neigten bei allen Versuchspersonen bei erhöhter Raumfeuchte zum Anstieg.
4. Starke psychische Belastung, wie sie Klausurbeginn und -ende darstellen, zeigen auf die peripheren Temperaturen von Vp 1 und Vp 2 einen deutlichen Einfluß.
5. Eine eindeutige Beziehung zwischen Raumfeuchte und Rektaltemperatur konnte bei keiner der Versuchspersonen gefunden werden.
6. Die Temperaturen des Kopfes scheinen sich in ihrem Verlauf einmal mehr denen des Kerns und einmal mehr denen der Peripherie anzulehnen. Eine Gesetzmäßigkeit wurde hierbei nicht festgestellt.
7. Allgemein lassen sich im temperaturregulatorischen Verhalten der Vpn deutliche individuelle Unterschiede feststellen.
8. Bei starken Feuchteschwankungen kommt es bei allen Vpn und allen Meßgrößen gehäuft zu Änderungen des üblichen Tagesganges. Diese können sich dann im Periodengang als kurzfristige Rhythmusabweichungen bemerkbar machen.
9. Neben kurzfristigen werden auch längerdauernde Rhythmusabweichungen im Anschluß an starke Feuchteschwankungen beobachtet.

10. Am Beginn und Ende der Klausur treten gehäuft Rhythmusstörungen auf.
11. Auf Grund der beobachteten Rhythmusabweichungen kann keine Typisierung der Vpn vorgenommen werden, auch läßt sich in ihrem Auftreten keine Gesetzmäßigkeit erkennen.
12. Starke Feuchteschwankungen scheinen bei Vp 1 und Vp 2 geeignet, deren subjektives Temperaturempfinden nicht nur kurzfristig sondern auch über einen längeren Zeitraum zu verändern.

7. ANHANG

Kurvenmaterial zu sämtlichen Meßgrößen

Sammellegende zu den folgenden graphischen Darstellungen aller Meßgrößen:

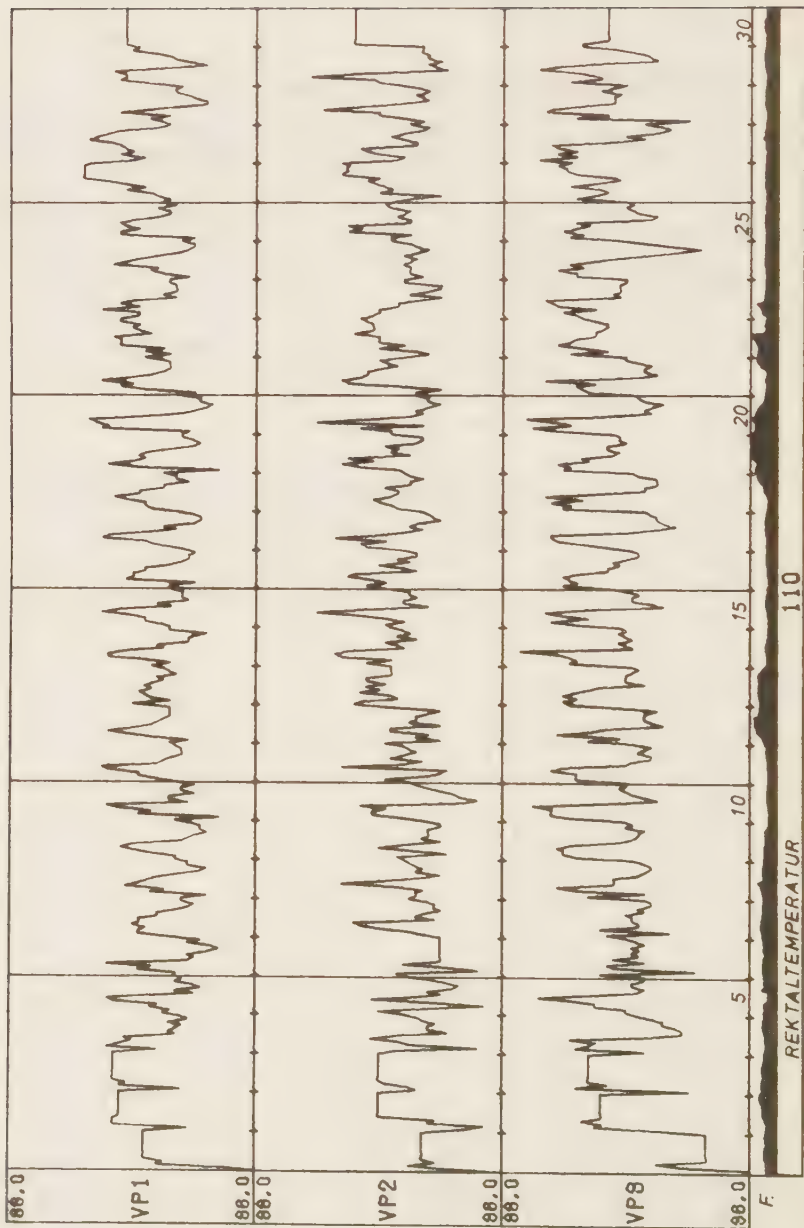
Obere drei Kurven jeweils Vp 1, 2, 3

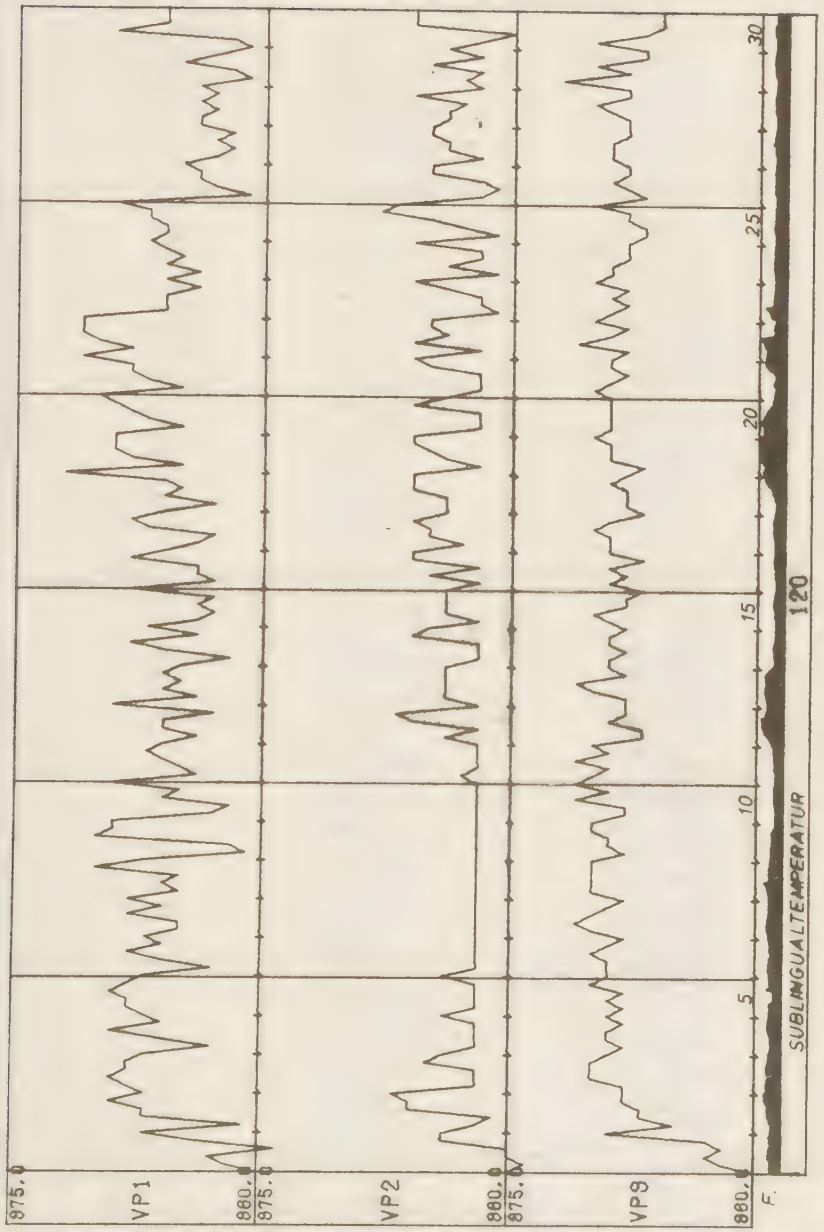
Unterste Kurve: Feuchteverlauf

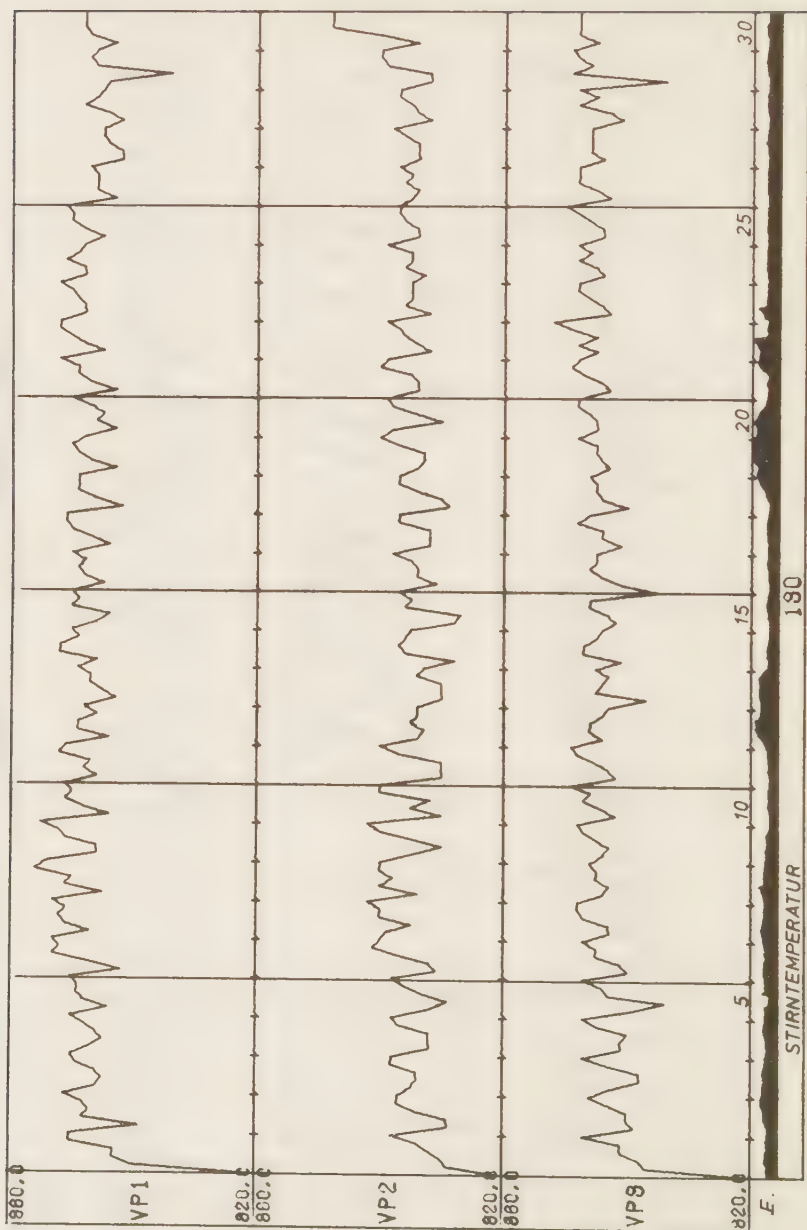
Abszisse: Zeitlicher Verlauf der einzelnen Meßgrößen über 30 Versuchstage. Beginn: 25. 2. 1971

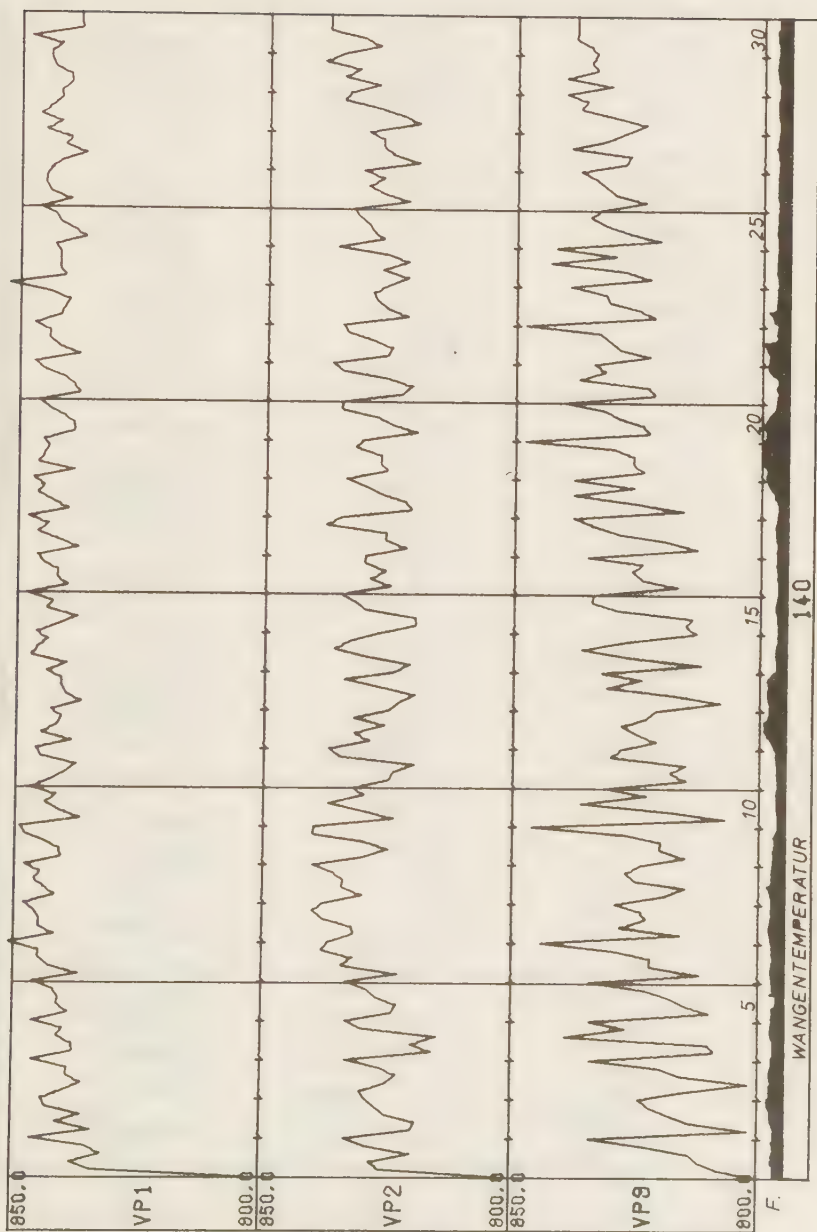
Ende: 26. 3. 1971

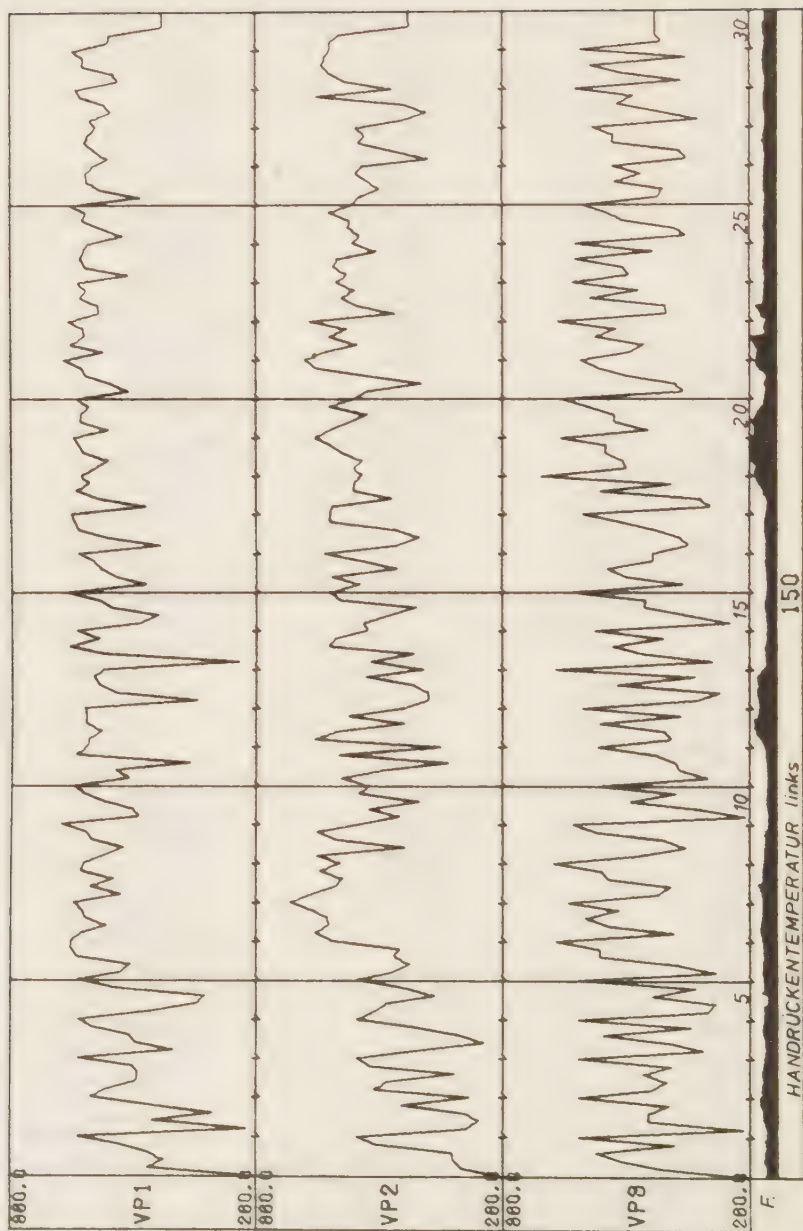
Ordinate: Schwankungen der Meßgrößen im Versuchsverlauf. Die jeweiligen Temperaturbereiche sind in °C angegeben.

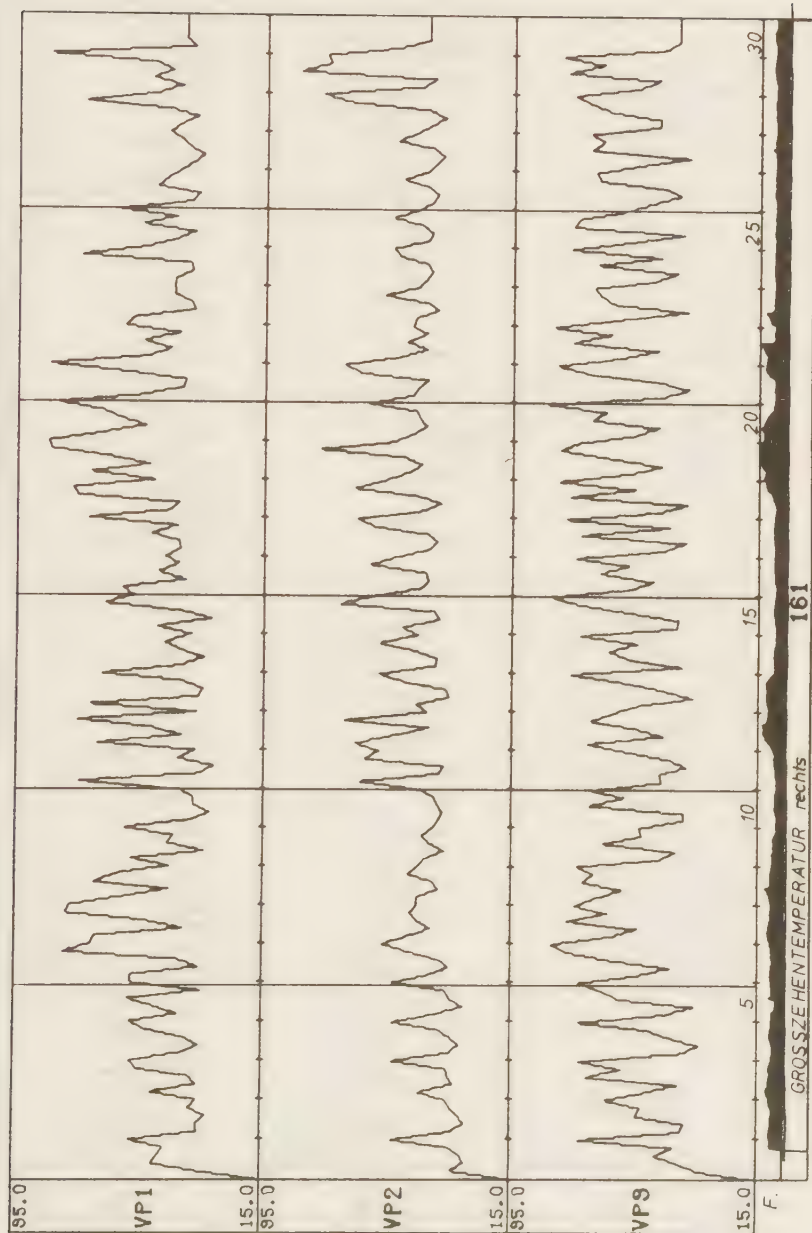


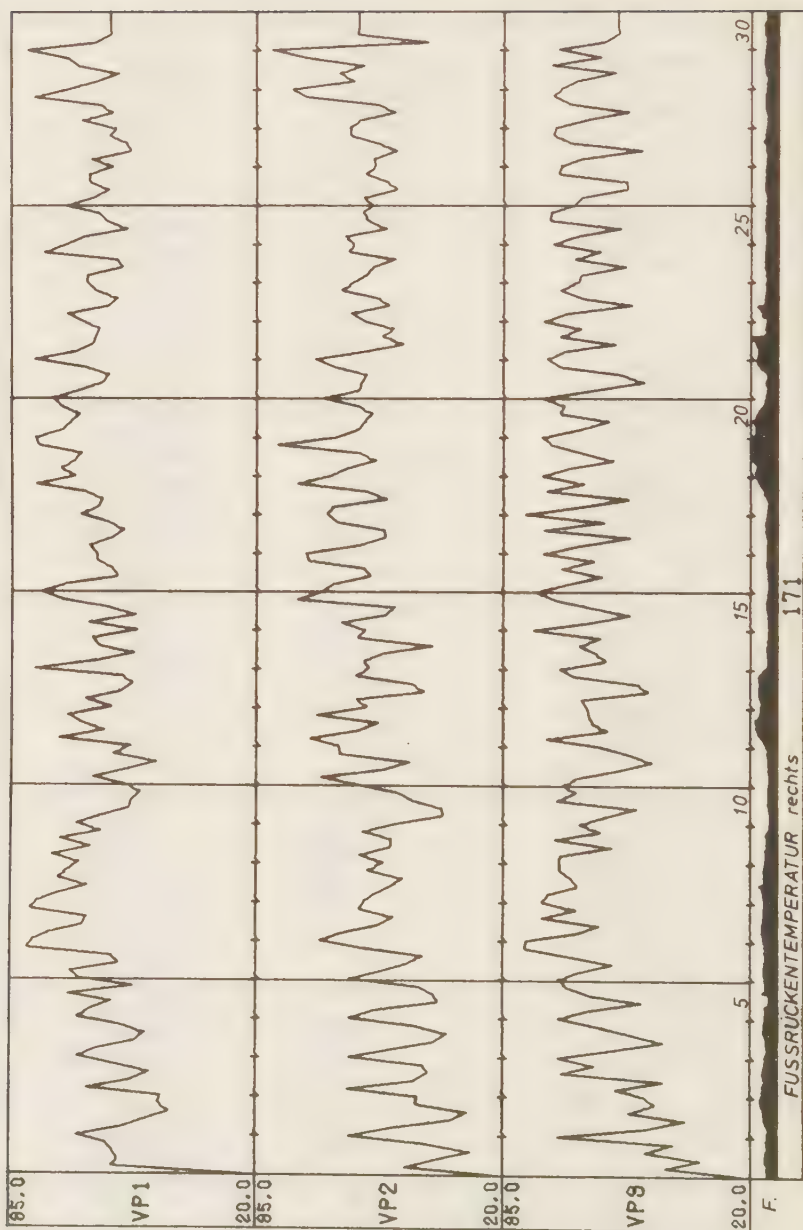


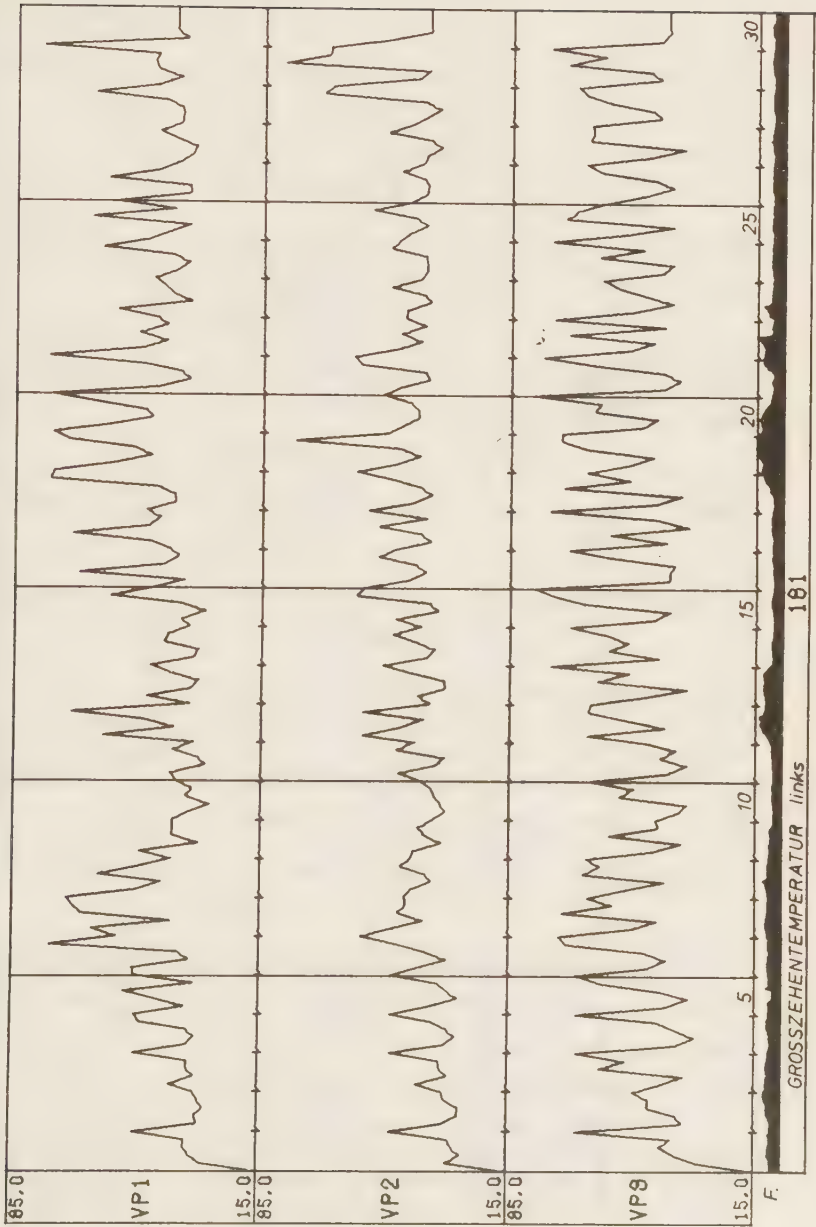


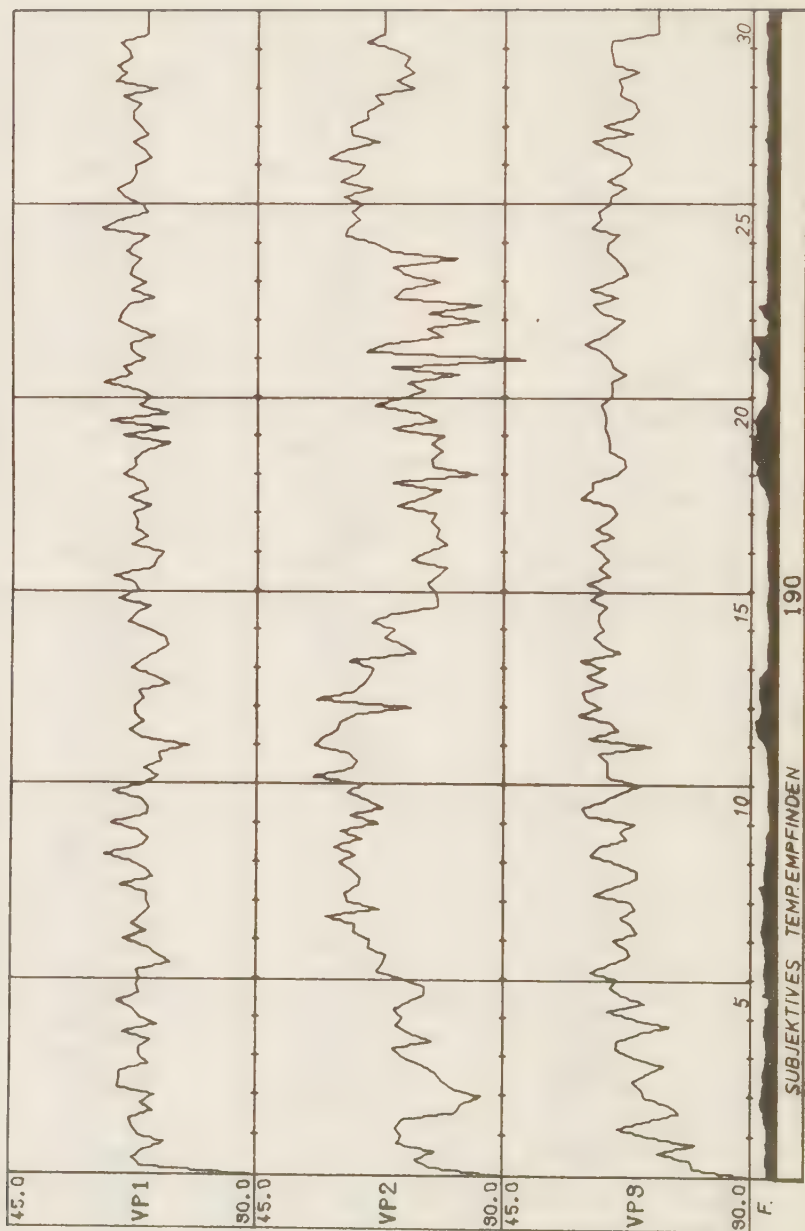












8. LITERATURVERZEICHNIS

- ANGELE, K. Topographische Messung der insensiblen Hautwasserabgabe und ihre Abhängigkeit von verschiedenen Einflüssen. Med. Diss., aus dem Baln. Inst., München 1966
- ASCHOFF, J. Temperaturregulation, in GAUER-KRAMER-JUNG Physiologie d. Menschen, Bd. 2, Urban & Schwarzenberg, München 1971
- ASCHOFF, J. Exogene u. endogene Komponente der 24-Stunden-Periodik bei Tier und Mensch. Die Naturwissenschaften 21, S. 569 - 75, 1955
- ASSMANN, D. Die Wetterfähigkeit d. Menschen, VEB Fischer, Jena 1963
- EBBECKE, E. Lokale vasomotorische Reaktionen der Haut, Pflügers Arch. 191, 1 1921
- HARDY, J.D. Physiology of Temperature Regulation, Physiol. Rev. 41, 521 - 606, 1961
- HENSEL, H. in PRECHT H., CHRISTOPHERS J., HENSEL H., Temperatur und Leben, Springer 1955
- HENTSCHEL, G. zit. n. ASSMANN D., Die Wetterfähigkeit des Menschen
- HOHLBACH, G. Über d. Verhalten der Hautwasserabgabe u.d. Hauttemperatur, sowie des elektrischen Hautwiderstandes und des Hautturgors während eines Dauerversuches in einem Klimaraum. Med. Diss., aus d. Baln. Insti., München 1972
- KEIDEL, W.D. Kurzgefaßtes Lehrbuch der Physiologie, Thieme, Stuttgart 1967

- KÖLSCH, H. Verhalten einiger thermophysiologischer Meßgrößen am Menschen bei Variation der Luftfeuchte während eines langfristigen Aufenthaltes im Klimaraum, Med. Diss., aus dem Baln. Inst., München 1972
- REINDERS, H. Mensch und Klima, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1969
- SELLE, W.A. Body temperature, C.C. Thomas publishers, Springfield, Ill., USA, 1952
- SHEARD, Ch., Normal vasospasm, vasoconstriction at environmental temperature, Science and Industrig S. 502, 1941
- ROTH, G. M.,
- HORTON, B. T.
- SOMMER, H. Untersuchungen über den sekretorischen Anteil der perspiratio insensibilis kleiner Hautflächen beim Menschen, Med. Diss. aus dem Phys. Inst. d. Justus-Liebig-Univ., Gießen 1969
- THAUER, R. Physiologie der Wärmeregulation, Acta neuro-veget. 10, 12 (1955)
- WAGNER, R. Probleme und Beispiele biologischer Regelung Thieme, Stuttgart 1954
- WEVER, R. Alternierender Wechsel der Hautdurchblutung in verschiedenen Abschnitten einer Extremität Pflügers Arch. 249, 1947
- WEZLER, K. Der Einfluß klimatischer Faktoren auf den Menschen, Schriftenreihe d. Deutschen Bäderverbandes, Heft 5, 1949
- YAGLOU, C. P. Indices of Comfort, in Physiology of Heat Regulation, Saunders, Phil. 1949

Für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung während des Versuches und bei der Abfassung dieser Arbeit möchte ich besonders Herrn Dipl.-Physiker Karl Dirnagl und auch Herrn Prof. Dr. Heinrich Drexel herzlich danken.

Herrn Dr. H. Pratzel möchte ich für seine Arbeit bei der Erstellung der Computerkurven meinen besonderen Dank sagen.

Weiterhin bin ich allen Mitarbeitern des Institutes und meinen Mit-Doktoranden R. Forstner, F.X. Hoffmann, H. Hühn und J. Mascarenhas für ihre Mitwirkung zum guten Gelingen des Experimentes dankbar.

Lebenslauf

Am 4. Oktober 1946 wurde ich, Rainer Paeschke, als zweites Kind des Hauptmanns Gerhard Paeschke und dessen Ehefrau Elisabeth, geb. Röschke in Tegernsee/Miesbach geboren.

Nach vier Jahren Volksschule besuchte ich das Albert-Einstein-Gymnasium München, welches ich 1966 mit dem Reifezeugnis verließ.

Vom Oktober 1966 bis September 1967 leistete ich Wehrdienst bei der Sanitätstruppe der Bundeswehr.

1967 begann ich das Medizinstudium an der Universität München und legte dort 1973 das Staatsexamen ab.

